

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE

Dipl.-Ing. G. Zeiser, Dipl.-Ing. (FH) K. Deis



BFI ZEISER GmbH & Co. KG · Mühlgraben 34 · 73479 Ellwangen

Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA
Leininger Straße 1
85406 Zolling

BFI ZEISER GmbH & Co. KG
MÜHLGRABEN 34
73479 ELLWANGEN

Telefon 0 79 61/ 933 89-0
Telefax 0 79 61/ 933 89-29
e-mail bfi@bfi-zeiser.de
Internet www.bfi-zeiser.de

Baugrunduntersuchung
Altlastenerkundung
Labor- und Feldversuche
Beweissicherung
Erschütterungsmessungen
Erdstatische Nachweise
Wasserbau
Fachplanung/Bauleitung
Aufschlussbohrungen
Kleinbohrpfähle
Brunnen/Geothermie

Ihre Zeichen

Unsere Zeichen

Datum

kd-se-11/ Az. 121955

10.05.2022

Zolling, Gasanschlussleitung

hier: Baugrundvoruntersuchung mit Gründungsberatung

Auftraggeber:

Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA
Leininger Straße 1
85406 Zolling

Planung:

Ingenieurbüro Weishaupt
Förstgener Straße 42
04668 Grimma

Ingenieurgeologische
Beratung und
Untersuchung:

Büro für Ingenieurgeologie
BFI Zeiser GmbH & Co. KG
Mühlgraben 34
73479 Ellwangen

INHALTSVERZEICHNIS

Textteil	Seite
1. Unterlagen	4
2. Lage und Aufgabenstellung.....	4
3. Untergrund	5
3.1 Baugrundgeologische Situation.....	5
3.2 Stratigrafie.....	6
3.3 Wasserverhältnisse.....	6
3.4 Laborversuche.....	7
3.4.1 Natürlicher Wassergehalt	7
3.4.2 Konsistenzgrenzen	7
3.4.3 Kornverteilung	8
3.5 Geotechnische Kategorie.....	10
3.6 Homogenbereiche.....	11
3.7 Frostempfindlichkeit	13
3.8 Bodenkennwerte.....	13
4. Orientierende chemische Untersuchungen.....	14
4.1 Betonaggressivität des Bodens.....	14
4.2 Stahlaggressivität des Bodens	15
4.3 Untersuchung nach LAGA Boden	15
5. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen.....	16
5.1 Leitungsbau	16
5.1.1 Allgemeines und Rohrauflager	16
5.1.2 Sicherung der Leitungsgräben	18
5.1.3 Sicherung der Start- und Zielgrube.....	19
5.1.4 Grabenverfüllung.....	20
5.2 Bodenverbesserung	21
6. Abnahme und Haftung.....	23

Anlagen:

Anlage 1.1:	Geologische Karte	M 1 : 10.000
Anlage 1.2:	Lageplan mit Lage der Bohrungen B 1 bis B 7 und der Rammsondierungen DPH 1 – DPH 4	M 1 : 2.000
Anlage 2.1:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 7 bis B 3 und der Rammsondierungen DPH 1 – DPH 2	M 1 : 33
Anlage 2.2:	Schnitt: Darstellung der Bohrungen B 4 bis B 7 und der Rammsondierungen DPH 3 – DPH 4	M 1 : 33
Anlage 3.1:	Konsistenzgrenzen P 1/2	
Anlage 3.2:	Konsistenzgrenzen P 2/1	
Anlage 3.3:	Konsistenzgrenzen P 3/1	
Anlage 3.4:	Konsistenzgrenzen P 4/1	
Anlage 3.5:	Konsistenzgrenzen P 5/1	
Anlage 3.6:	Konsistenzgrenzen P 6/2	
Anlage 3.7:	Konsistenzgrenzen P 7/2	
Anlage 4.1:	Kornverteilung P 1/1	
Anlage 4.2:	Kornverteilung P 2/1	
Anlage 4.3:	Kornverteilung P 2/6	
Anlage 4.4:	Kornverteilung P 3/1	
Anlage 4.5:	Kornverteilung P 3/3	
Anlage 4.6:	Kornverteilung P 4/2	
Anlage 4.7:	Kornverteilung P 5/1	
Anlage 4.8:	Kornverteilung P 7/2	
Anlage 5.1:	Analyseergebnisse nach DIN 4030	
Anlage 5.2:	Analyseergebnisse auf Stahlaggressivität	
Anlage 5.3:	Analyseergebnisse nach LAGA Boden	

1. Unterlagen

Zur Ausarbeitung des Gutachtens standen dem BFI folgende Unterlagen zur Verfügung:

– Übersichtsplan	M. 1 : 25.000	vom 08.07.2019
– Übersichtsplan	M. 1 : 5.000	vom 08.07.2019
– Lageplan 1	M. 1 : 1.000	vom 19.09.2021
– Lageplan 2	M. 1 : 1.000	vom 19.09.2021
– Lageplan 3	M. 1 : 1.000	vom 19.09.2021
– Rohrgrabenprofil	M. 1 : 20	vom 23.11.2021

Die Pläne der Telekommunikation sowie der öffentlichen Leitungen (Gas, Wasser, Strom) wurden vom BFI eingeholt.

2. Lage und Aufgabenstellung

Die Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA beabsichtigt die Neuerrichtung einer Gasanschlussleitung von der bestehenden Ferngasleitung Forchheim-Finsing zum Kraftwerk Zolling.

Die Verlegung der Leitung ist nach Auskunft von Herrn Müller, Ingenieurbüro Weishaupt, größtenteils in offener Bauweise bei einer Verlegetiefe von ca. 1,50 m unter GOK vorgesehen. Im Bereich der Grabenquerung liegt die Verlegetiefe bei ca. 4,00 m unter GOK und im Bereich der Fernwärmeleitung bei ca. 3,00 m unter GOK.

Im Bereich der Straßenquerung St 2054 ist die Verlegung im Pressverfahren bei ca. 2,50 m und 3,50 m unter GOK geplant.

Das BFI wurde von der Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA mit der Baugrunduntersuchung und Gründungsberatung für die o.g. Baumaßnahme beauftragt.

3. Untergrund

3.1 Baugrundgeologische Situation

Zur Erkundung der Untergrundverhältnisse wurden am 11.04.2022 auftragsgemäß sieben Bohrungen (B 1 – B 7) bis in Tiefen zwischen 4,00 m und 5,50 m unter GOK und vier schwere Rammsondierungen (DPH 1 – DPH 4) bis in Tiefen von jeweils 4,00 m unter GOK angelegt.

Die Lage der Aufschlüsse wurde bauseits angegeben und kann dem Lageplan (Anlage 1.2) entnommen werden.

Anhand der Aufschlüsse ergibt sich folgendes Bild des Untergrundes (siehe auch Anlage 2):

Bei den Bohrungen wurde zunächst ein zwischen 0,10 m und 0,30 m starker Mutterboden durchteuft

Unter dem Mutterboden wurde bei B 6 und B 7 eine Auffüllung aus sandigen, kiesigen Schluffen mit Ziegelbruch und organischen Beimengungen erkundet.

Bei den restlichen Bohrungen bzw. unter der Auffüllung stehen weiche bis steife und steife sandige, kiesige Tone und Schluffe und schluffige Sande und Kiese an.

Die Tone, Schluffe, Sande und Kiese wurden bis zur Endtiefe der Bohrungen bei 4,00 m bzw. 5,50 m unter GOK aufgeschlossen.

In den schweren Rammsondierungen DPH 1 bis DPH 4 wurden in den Auffüllungen, Tonen, Schluffen, Sanden und Kiesen Schlagzahlen n_{10} (Anzahl Schläge pro 10 cm Eindringtiefe) zwischen ca. 1 und 8 ermittelt.

3.2 Stratigrafie

Stratigrafisch handelt es sich bei den in den Bohrungen angetroffenen Tonen, Schluffen, Sanden und Kiesen um quartäre Verwitterungsschichten bzw. Lösslehme, Abschwemmmassen und Schmelzsotter.

3.3 Wasserverhältnisse

In den Bohrungen B 1, B 2, B 6 und B 7 wurden während der Arbeiten Schicht-/ Sickerwasserzutritte in Tiefen zwischen 1,20 m und 3,80 m unter GOK festgestellt. Bis Abschluss der Bohrarbeiten waren alle Bohrungen trocken. In Abhängigkeit von jahreszeitlich schwankenden Niederschlagsmengen muss jedoch lokal und temporär mit Schicht- und Sickerwasserzutritten gerechnet werden.

Wasserstandsmessungen im offenen Bohrloch zeigen lediglich die Wasserstände an, die sich im Zeitraum zwischen dem Abteufen und dem Verschließen der Bohrlöcher eingestellt haben. In Abhängigkeit von der Porosität und der Klüftigkeit und somit der Durchlässigkeit der aufgeschlossenen Bodenschichten, können die Wasserstände jedoch im Bohrloch zeitverzögert ansteigen, so dass die Wasserstandsmessungen nicht zwangsläufig den Ruhewasserspiegel repräsentieren. Genaue Messungen des Ruhewasserspiegels und langfristige Beobachtungen der Grundwasserganglinie sind daher nur in Grundwassermessstellen, die in den Grundwasser führenden Schichten verfiltert sind, möglich.

3.4 Laborversuche

3.4.1 Natürlicher Wassergehalt

Aus den Bohrungen wurden insgesamt 29 gestörte Proben entnommen, von denen 7 auf ihren natürlichen Wassergehalt untersucht wurden. Dabei wurden die in Tabelle 1 aufgeführten Werte ermittelt.

Tabelle 1: Wassergehalte

Probe P	Bohrung B	Tiefe (m)	Bodenart (Konsistenz)	natürlicher Wassergehalt (Gew.-%)
1/2	1	1,85	T,u*,g' (w-st)	19,48
2/1	2	0,80	T,s (st)	24,43
3/1	3	1,00	T,s (st)	16,68
4/1	4	0,80	T,u,s,g,t' (st)	18,78
5/1	5	1,10	T,s (st)	20,59
6/2	6	0,80	T,s (st)	19,92
7/2	7	1,50	T,s (st)	21,17

3.4.2 Konsistenzgrenzen

Zur Ermittlung der Wasserempfindlichkeit wurden an ausgewählten Proben nach DIN 18122 die Fließ- und Ausrollgrenzen bestimmt und daraus die Plastizitätszahlen errechnet. Im Einzelnen können die Versuchsergebnisse den Anlagen 3 sowie der Tabelle 2 entnommen werden.

Tabelle 2: Zustandsgrenzen

Probe	P 1/2	P 2/1	P 3/1	P 4/1	P 5/1	P 6/2	P 7/2
Bohrung	B 1	B 2	B 3	B 4	B 5	B 6	B 7
Entnahmetiefe [m]	1,85	0,80	1,00	0,80	1,10	0,85	1,50
Wassergehalt w_N [%]	19,5	24,4	16,7	18,8	20,6	19,9	21,2
Fließgrenze w_L [%]	34,4	47,4	38,7	34,0	34,0	36,3	39,8
Ausrollgrenze w_P [%]	14,2	18,6	15,2	15,9	18,5	16,4	17,9
Plastizitätszahl I_P [%]	20,2	28,8	23,5	18,1	15,5	19,9	21,9
Konsistenzzahl I_C	0,738	0,799	0,936	0,840	0,865	0,824	0,849
Gruppensymbol	TL	TM	TM	TL	TL	TM	TM
Konsistenz	w-st	st	st	st	st	st	st

3.4.3 Kornverteilung

Ausgewählte Proben wurden auf ihre Kornverteilung nach DIN 18 123 untersucht. Die Gewichtsprozentage der einzelnen Kornfraktionen sind der Tabelle 3 zu entnehmen. Die Kornverteilungskurve mit weiteren Angaben ist in den Anlagen 4 dargestellt.

Tabelle 3: Ergebnisse der Siebanalyse

Probe P	Entnahmetiefe [m]	Korngröße (Gew.-%)			Gruppen- symbol nach DIN 18196	Bodenart nach DIN 4022
		< 0,063 mm	> 0,063 bis < 2,0 mm	> 2,0 bis < 60,0 mm		
1/1	0,80	35,9	43,3	20,8	S,u*,g	SU*
2/1	0,80	84,0	16,0	0,0	T,s	TM
2/6	3,75	19,9	40,2	39,9	S,g*,u	SU
3/1	1,00	83,4	16,6	0,0	T,s	TM
3/3	3,30	34,0	64,8	1,2	S,u*	SU*
4/2	2,50	45,2	46,7	8,1	U,s*,g'	U
5/1	1,10	81,8	18,2	0,0	T,s	TL
7/2	1,50	79,3	20,7	0,0	T,s	TM

Aus den dargestellten Kornverteilungskurven ergeben sich nach der Formel von Kaubisch folgender Durchlässigkeitsbeiwert:

$$k_f = 10^{0,0005 P^2 - 0,12 P - 3,89}$$

Tabelle 4: Durchlässigkeitsbeiwert aus der Kornverteilungskurve

Probe	Bohrung	Entnahmetiefe [m u. GOK]	Bodenart	Durchlässigkeitsbeiwert kf [m/s] nach Kaubisch
1/1	B 1	0,80	SU*	$5,6 \times 10^{-8}$
2/1	B 2	0,80	TM	*
2/6	B 2	3,75	SU	$5,6 \times 10^{-6}$
3/1	B 3	1,00	TM	*
3/3	B 3	3,30	SU*	$8,1 \times 10^{-8}$
4/2	B 4	2,50	U	$1,0 \times 10^{-8}$
5/1	B 5	1,10	TL	*
7/2	B 7	1,50	TM	*

* Aufgrund der hohen Bindigkeitsanteile bzw. der hohen Ungleichförmigkeitszahl lassen sich keine Durchlässigkeiten aus den Kornverteilungen ermitteln. Die Durchlässigkeitsbeiwerte werden aber erfahrungsgemäß unter 10^{-8} m/s liegen. Nach der DIN 18130 ist die Durchlässigkeit damit als sehr schwach durchlässig zu bezeichnen.

3.5 Geotechnische Kategorie

Die bautechnischen Maßnahmen sind nach DIN 1054 in die Geotechnischen Kategorien GK 1, GK 2 oder GK 3 einzustufen. Maßgebend für die Einstufung ist dabei jenes Merkmal, das die höchste Geotechnische Kategorie ergibt. Für Baugrund und Grundwasser ergibt sich dabei folgende Einstufung:

Baugrund GK 2 (Auffüllungen, weiche Schichten)
 Grundwasser: GK 1

Hieraus ergibt sich aus baugrundgeologischer Situation eine Einstufung in die Geotechnische Kategorie 2. Aufgrund der Tiefe der Gräben $> 2,00$ m und $< 5,00$ m ist ebenfalls die Einstufung in die **Geotechnische Kategorie 2** erforderlich.

3.6 Homogenbereiche

Die in den Bohrungen angetroffenen Bodenarten wurden zu Homogenbereichen zusammengefasst. Die Homogenbereiche (1 – 3) sind den in Anlage 2 dargestellten Bodenprofilen zu entnehmen. Sie sind am rechten Rand der Profile, hinter der Schichtbeschreibung dargestellt. Die Einteilung erfolgte auf Grundlage der Bodenansprache und der Laborversuche, wobei die Schichten entsprechend ihrer Eigenschaften zu Homogenbereichen zusammengefasst wurden.

Dabei wurde der **Mutterboden** gemäß **DIN 18320 – Landschaftsbauarbeiten** als **Homogenbereich 1** bezeichnet.

Entsprechend der **DIN 18300 – Erdarbeiten** und **DIN 18319 Rohrvortriebsarbeiten** wurden die oberflächennah angetroffenen Auffüllungen dem **Homogenbereich 2** zugeordnet. Die anstehenden Tone, Schluffe, Sande und Kiese wurde dem **Homogenbereich 3** zusammengefasst.

Die innerhalb der festgelegten Homogenbereiche zu erwartende Bandbreite der Eigenschaften wird auf Grundlage von Erfahrungswerten und den durchgeführten Laborversuchen angegeben und kann der Tabelle 5 entnommen werden. Aufgrund der inhomogenen und engräumig wechselnden Zusammensetzung wurden auch wechsellagernde rollige und bindige Böden zusammengefasst, sodass in der Tabelle innerhalb eines Homogenbereiches Eigenschaften beider Bodenarten wie bspw. Konsistenz und Lagerungsdichte aufgeführt sind. Wo Erfahrungswerte durch Laborversuche belegt sind, wurden diese Werte mit einer ¹⁾ gekennzeichnet.

Für Bohrarbeiten zur geotechnischen Erkundung wurden die Bodenarten nach **DIN 18301 - Bohrarbeiten** in der letzten Zeile der Tabelle 5 zusammengefasst.

Tabelle 5: Homogenbereiche

Homogenbereich	2	3
Bezeichnung	Auffüllungen	Tone, Schluffe, Sande und Kiese
Bodengruppe nach DIN 18196	UA, UL, UM,	TA, TL, TM, UA, UL, UM, SI, SW, SE, SU, SU*, ST, ST*, GI, GW, GE, GU, GU*, GT, GT*
Bodengruppe nach DIN 18915	4, 6, 8	2, 4, 6, 8
Stein- und Blockanteil nach DIN EN ISO 14688-2	gering < 5 %	gering < 5 %
Korngrößenverteilung nach DIN 18123 mit Körnungsbändern	-	siehe Anlagen 4
Wassergehalt nach DIN EN ISO 17892-1	10 % – 40 %	4 % – 40 % (16,68 % - 24,43 %)¹)
Konsistenz nach DIN 18122 und DIN EN ISO 14688-1	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 %	weich – halbfest Ic 0,5 – > 1,0 Ip 4% - > 20 % (bindige Bereiche)
undrÄnirierte Scherfestigkeit nach DIN 4094-4, DIN 18136, DIN 18137 und DIN EN ISO 14688-2	25 kN/m² - 600 kN/m²	25 kN/m² - 600 kN/m² (bindige Bereiche)
KohÄsion nach DIN 18137-1, 2, 3	0 – 15 kN/m²	0 – 15 kN/m²
organischer Anteil nach DIN 18128 und DIN EN ISO 14688-2	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %	nicht vorhanden V _{GI} < 2 %
Lagerungsdichte nach DIN 18126, DIN EN ISO 14688-2	-	mitteldicht - dicht, I _D 35 – 85 % (rollige Bereiche)
AbrasivitÄt nach Cerchar	0 – 1,0 [-]	0 – 0,5 [-]
Dichte nach DIN 18125-2	1,50 g/cm³ - 1,85 g/cm³	1,55 g/cm³ – 2,00 g/cm³
Benennung von Fels nach DIN EN ISO 14689-1	-	-
Einaxiale Druckfestigkeit nach DGGT-Empfehlung Nr. 1	-	-
TrennflÄchen, DIN EN ISO 14689-1	-	-
Verwitterung DIN EN ISO 14689-1	-	-
VerÄnderlichkeit DIN EN ISO 14689-1	-	-
AbrasivitÄt nach Cerchar	-	-
Homogenbereiche fÄr Bohrungen zur geotechnischen Erkundung und Untersuchung nach DIN 18301	bindige, nicht bindige oder organische BÄden	bindige, nicht bindige oder organische BÄden

¹) durch Laborversuche belegt

3.7 Frostempfindlichkeit

Nach ZTVE-StB 17 erfolgt die Klassifikation der Frostempfindlichkeit von Bodengruppen in drei Frostempfindlichkeitsklassen:

F 1	nicht frostempfindlich
F 2	gering- bis mittelfrostempfindlich
F 3	sehr frostempfindlich

Nach dieser Einteilung sind die Auffüllungen sowie die anstehenden Tone und Schluffe der **Frostempfindlichkeitsklasse F 3** zuzuordnen.

Die Sande und Kiese sind in Abhängigkeit von ihren Fein- und Bindigkeitsanteilen den **Frostempfindlichkeitsklassen F 2 und F 3** zuzuordnen.

3.8 Bodenkennwerte

Für erdstatische Berechnungen können folgende Bodenkennwerte angesetzt werden:

Tragschichten/Austauschmaßnahmen:

Sandiger Kies bzw. Schotter, bindigkeitsarm, $D_{Pr} \geq 100\%$	cal γ	=	21	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal φ'	=	37	°
	cal c'	=	0	kN/m ²

Anstehend:

Ton/ Schluff sandig, kiesig steif, steif-halbfest	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	25	°
	cal c'	=	5	kN/m ²

Ton/ Schluff sandig, kiesig weich, weich-steif	cal γ	=	19	kN/m ³
	cal γ'	=	9	kN/m ³
	cal φ'	=	25	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
Sand, schluffig, kiesig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	11	kN/m ³
	cal φ'	=	27	°
	cal c'	=	3	kN/m ²
Kies, tonig, sandig	cal γ	=	20	kN/m ³
	cal γ'	=	12	kN/m ³
	cal φ'	=	32	°
	cal c'	=	3	kN/m ²

Dabei sind:

cal γ	=	Feuchtwichte
cal γ'	=	Wichte unter Auftrieb
cal φ'	=	Reibungswinkel
cal c'	=	Kohäsion

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt für die Hinterfüllung von Bauwerken" zu beachten.

4. Orientierende chemische Untersuchungen

4.1 Betonaggressivität des Bodens

Die Probe P 6/3 wurde auftragsgemäß auf betonangreifende Bestandteile untersucht.

Nach den Ergebnissen der Analytik ist die Probe nach DIN 4030 **nicht betonaggressiv**. D.h. die Kriterien für die Einstufung in eine der Expositionsklassen XA nach DIN EN 206-1/ DIN 1045-2 für eine Betonkorrosion durch chemischen Angriff werden noch unterschritten (s. Anlage 5.1).

4.2 Stahlaggressivität des Bodens

Die Probe P 6/3 wurde auftragsgemäß nach DIN 50929-3 auf Stahlaggressivität untersucht.

Dabei wurden die in Anlage 5.2 aufgeführten Werte ermittelt. Nach Auswertung der Ergebnisse gemäß ergibt sich daraus folgende Bewertung:

Boden:

$B_0 = 0$
=> praktisch nicht aggressiv

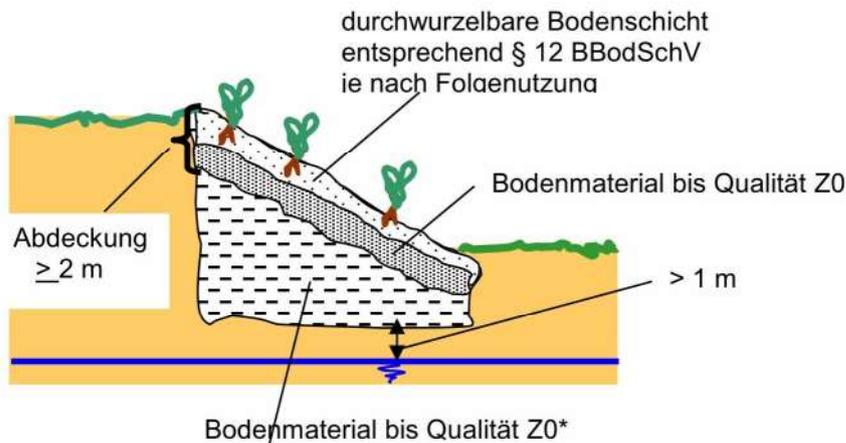
4.3 Untersuchung nach LAGA Boden

Die in den Bohrungen angetroffenen Tone und Schluffe wurden an zwei Mischproben MP 1 und MP 2 auftragsgemäß nach den Anforderungen an die stoffliche Verwertung von mineralischen Reststoffen/Abfällen – Technische Regeln der LAGA M 20 (06.11.1997) analysiert:

Die Analysenergebnisse sind für eine Verwertung in bodenähnlichen Anwendungen oder in technischen Bauwerken in Anlage 5.3 den Zuordnungswerten der LAGA M 20 gegenübergestellt.

Alle Parameter unterschreiten die **Z 0**-Zuordnungswerte der LAGA Boden.

Abbildung 1: Einbaukonfiguration für Z 0 Material



Bodenmaterial der Einbaukonfiguration **Z 0** nach LAGA M 20 kann in bodenähnlichen Anwendungen und zur Verfüllung von Abgrabungen frei verwertet werden.

Bei einer Verwertung zur Herstellung einer durchwurzelbaren Bodenschicht oder beim Auf- und Einbringen in eine durchwurzelbare Bodenschicht wären gemäß § 12 BBodSchV die Vorsorgewerte nach Anhang 2 Nr. 4 der BBodSchV zu berücksichtigen. Diese müssten dann ggfs. zusätzlich untersucht werden.

5. Gründungstechnische und konstruktive Maßnahmen

5.1 Leitungsbau

5.1.1 Allgemeines und Rohraflager

Die Verlegung der Leitung ist nach Auskunft von Herrn Müller, Ingenieurbüro Weishaupt, größtenteils in offener Bauweise bei einer Verlegetiefe von ca. 1,50 m unter GOK vorgesehen. Im Bereich der Grabenquerung liegt die Verlegetiefe bei ca. 4,00 m unter GOK und im Bereich der Fernwärmeleitung bei ca. 3,00 m unter GOK.

Im Bereich der Straßenquerung St 2054 ist die Verlegung im Pressverfahren bei ca. 2,50 m und 3,50 m unter GOK geplant.

offene Bauweise

Das Rohraufleger liegt nach den Ergebnissen der Bohrungen in den Tonen, Schluffen, Sanden und Kiesen. Für die Verlegung im offenen Graben kann das Rohraufleger in den min. steifen Tonen, Schluffen, Sanden und Kiesen ohne zusätzliche Maßnahmen aufgebracht werden. Wir weisen darauf hin, dass die Tone und Schluffe bei Wasserzutritten rasch aufweichen. In Bereichen, in denen die Tone und Schluffe aufgeweicht sind, ist unter dem Rohraufleger ein ca. 0,30 m starker Bodenaustausch vorzusehen. Als Austausch-Material eignet sich ein bindigkeitsarmes, gut abgestuftes und verdichtungsfähiges GW-Material (z.B. Baustoffgemisch 0/56 mm o. glw.).

Lokal und temporär muss mit Schichtwasserzutritten gerechnet werden. Temporär zutretendes Schichtwasser kann während der Bauzeit in offener Wasserhaltung abgepumpt werden. Wir empfehlen, dazu in der Ausschreibung Dränagen vorzusehen. Diese sind bei Bedarf in den Gräben auf UK Rohraufleger mitzuziehen und nach Fertigstellung der einzelnen Bauabschnitte wieder zu plombieren, um keine Wasserwegsamkeiten im Untergrund zu schaffen.

Spülbohrverfahren

Im Bereich der Straßenquerung St 2054 stehen nach den Ergebnissen der Bohrungen B 5 und B 6 weiche und steife Tone an.

Für die Verlegung im Spülbohrverfahren ist eine Verfahrensvariante bzw. ein Vortriebskopf zu wählen, mit dem die in Kapitel 3.6 beschriebenen Homogenbereiche durchörtert werden können. Zudem sind die Vorgaben des Herstellers bezüglich Beschädigung und Bettung zu berücksichtigen.

Mit Anhydrit ist gemäß Geologischer Karte, im Bereich des Bauvorhabens nicht zurechnen. Ein Anhydrit-Quellen kann daher ausgeschlossen werden. Um ein Nachbrechen des Bohrloches auszuschließen, muss bei den Bohrarbeiten ein geeignetes Stützmittel als Spülflüssigkeit verwendet werden.

Es ist eine Spülflüssigkeit zu verwenden, mit der ein Quellen von Tonmineralen ausgeschlossen wird.

Wenn wie oben beschrieben verfahren wird, sind Setzungen oder Hebungen nicht zu erwarten. Die Tragfähigkeit ist damit nicht beeinträchtigt.

5.1.2 Sicherung der Leitungsgräben

Wir schlagen vor, die Leitungsgräben z. B. mit Verbauelementen entsprechend der DIN 4124 zu sichern. Wir weisen darauf hin, dass die oberflächennahen Auffüllungen sowie die Sande und Kiese beim Ausheben des Kanalgrabens sehr instabile Baugrubenwände bilden können.

Im Übrigen sind die einschlägigen Richtlinien und Normen zu beachten. Dies sind insbesondere:

- DIN EN 1610 Verlegung und Prüfung von Abwasserleitungen und Kanälen
- DIN EN 805 Wasserversorgung – Anforderungen an Wasserversorgungssysteme und deren Bauteile außerhalb von Gebäuden
- TRVV DVGW W 400 Technische Regeln Wasserverteilung
- ZTVA-StB 12 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Aufgrabungen in Verkehrsflächen
- ZTVE-StB 17 Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau

Hinsichtlich Hinterfüllung und Erddruckbeanspruchung ist das "Merkblatt über den Einfluss der Hinterfüllung auf Bauwerke" zu beachten.

Vor Beginn der Baumaßnahme ist zu prüfen, ob einzelne Gebäude in Abhängigkeit zu ihrer Entfernung und Gründungstiefe einen Lasteinfluss auf den Kanalgraben ausüben.

Gegebenenfalls werden dann zusätzliche Maßnahmen zur Sicherung des Kanalgrabens bzw. des Gebäudebestandes erforderlich. Insbesondere bei nahe angrenzenden Gebäuden und bei nicht unterkellerten Gebäuden wird dies u. U. der Fall sein.

5.1.3 Sicherung der Start- und Zielgrube

Böschungen können gemäß DIN 4124 bis $\leq 5,00$ m oberhalb des Grundwassers im Bereich der min. steifen Tone und Schluffe mit einer Böschungsneigung von $\beta \leq 60^\circ$ hergestellt werden. In weichen Tonen und Schluffen sowie den Sanden, Kiesen und Auffüllungen ist die Böschung auf $\beta \leq 45^\circ$ abzuflachen.

Die Böschungsschulter muss auf einer Breite von mindestens 2,00 m frei von Lasten sein. Bei Lasten an der Böschungsschulter, auch jenseits der 2,00 m, aus Baubetrieb (z.B. Bahndamm, Verkehrslasten, Zwischenlager) oder angrenzenden Gebäuden sind die Böschungen rechnerisch nachzuweisen.

Um Erosionsschäden zu vermeiden und um die Böschungswände vor Witterungseinflüssen bzw. dem Zutritt von Oberflächenwasser zu schützen, sind die Böschungen gegen überfließendes Niederschlagswasser sowie gegen Austrocknung zu sichern und mit Kunststoffolie abzuhängen. Die Kunststoffolie muss so angebracht werden, dass kein Niederschlagswasser unter die Folie gelangen und die Folie nicht vom Wind weggeklappt werden kann.

Im Übrigen sind die Empfehlungen des Arbeitskreises Baugruben (EAB) sowie die DIN 4124 zu berücksichtigen.

Bei beengten Platzverhältnissen ist die Sicherung der Start- und Zielgrube mit einem Verbau vorzusehen. Der Verbau muss rechnerisch nachgewiesen und die Baustoffe dimensioniert werden. Bei der Dimensionierung des Verbaus sind vorhandene Lasten, z. B. durch die lokal nahe angrenzenden Gebäude zu beachten.

Die Wasserhaltung kann während der Bauzeit offen, über einen oder mehrere Pumpensümpfe erfolgen, die nach Bedarf z. B. an den Eckpunkten der Gruben angeordnet werden. Umlaufend sind Drainagegräben mit einem Gefälle auf die Pumpensümpfe vorzusehen.

5.1.4 Grabenverfüllung

Die beim Aushub des Grabens anfallenden, mindestens steifen Tone und Schluffe sowie die Sande und Kiese können zum Verfüllen der Gräben im freien Gelände verwendet werden, wenn Setzungen an der Geländeoberfläche toleriert werden. Es ist aber auf eine trockene, witterungsgeschützte Zwischenlagerung zu achten. Wird weiches oder während der Zwischenlagerung aufgeweichtes Material eingebaut, muss mit starken Setzungen gerechnet werden.

Im Fahrbahnbereich gelegene Gräben und solche, die einen Lasteinfluss aus Fahrbahnen oder Gebäuden erfahren, sind entsprechend der Vorgaben der ZTVE und ZTVA lagenweise ($\leq 0,30$ m) zu verfüllen und zu verdichten. Die beim Aushub anfallenden Tone und Schluffe sind ohne bodenverbessernde Maßnahmen nicht geeignet. Das Material muss dabei im Vorfeld auf Sulfat und seine Eignung untersucht und für den Einbau freigegeben werden. Bei zu hohen Sulfatgehalten ist eine Bodenverbesserung aufgrund von Quellhebungen nicht möglich. Vorab kann nach den Ergebnissen der Laborversuche von den in Kapitel 5.2 angegebenen Bindemittelmengen ausgegangen werden.

Alternativ können die Gräben auch mit gut verdichtungsfähigem, bindigkeitsarmem GW-Material, z. B. Baustoffgemisch 0/56 mm o. glw. mit einem Verdichtungsgrad $D_{Pr} \geq 100$ % verfüllt werden.

Prinzipiell sind beim Verfüllen der Gräben die Angaben der Rohrhersteller zu beachten.

5.2 Bodenverbesserung

Folgende Angaben gelten für die noch ausstehenden Sulfat-Untersuchungen. Wird in sulfathaltigen Böden verbessert, muss mit gravierenden Bauwerksschäden infolge von Quellhebung gerechnet werden.

Ausgehend von den Laborversuchsergebnissen kann in der Ausschreibung von den in Tabelle 6 angegebenen Bindemittelmengen auf 100 Gew.-% des trockenen Bodens ausgegangen werden. Ausgehend von einer geschätzten Trockendichte der Tone und Schluffe von im Mittel $1,75 \text{ t/m}^3$ ergeben sich folgende Bindemittelmengen:

Tabelle 6: Bindemittelmengen

Bereich	Menge [%]	[kg/m ³]	Frästiefe: 0,30 m [kg/m ²]	Frästiefe: 0,40 m [kg/m ²]
Kanalgraben	2,0 – 3,0	35,0 – 52,5	10,5 – 15,8	14,0 – 21,0

Eine exakte Angabe über erforderliche Zugabemengen an Bindemittel und die Art des Bindemittels kann erst nach Durchführung einer Eignungsprüfung erfolgen. Im Zuge der Eignungsprüfung ist auch der Sulfatgehalt des Bodens im Feststoff zu bestimmen. Bei sulfathaltigen Böden kann es durch das Einarbeiten von Bindemitteln zu Schäden infolge von Baugrundhebungen kommen.

In weichen Bereichen oder bei Niederschlägen muss mit Mehrmengen an Bindemitteln gerechnet werden, um eine ausreichende Verdichtbarkeit und Tragfähigkeit zu erzielen.

Für die Verbesserung eignet sich z.B. Bodenbinder 500 oder ein gleichwertiges Mischbindemittel. Als gleichwertig sind Bindemittel zu sehen, mit denen sich gleiche einaxiale Druckfestigkeiten bzw. E_{v2} -Werte bei gleicher Bindemittelmenge erzielen lassen.

Wir weisen darauf hin, dass es durch die Staumentwicklung beim Einfräsen und Verdriftung der aggressiven Bindemittel durch den Wind zu Schäden an Fahrzeugen und Gebäuden kommen kann. Im Falle eines Bindemittelsatzes ist daher auf geeignete Windverhältnisse zu achten. Zudem ist bei Bedarf eine Fräse vorzuhalten, die das Einbringen des Bindemittels unter einer Staubschutzschürze ermöglicht.

6. Abnahme und Haftung

Haftungsvoraussetzungen sind:

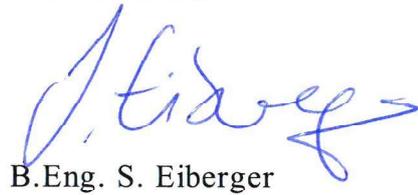
- die Zusendung der Ausführungspläne
- die Hinzuziehung des BFI im Falle von Sicherungsmaßnahmen am angrenzenden Gebäudebestand
- die Abnahme der Grabensohlen
- die Überprüfung der Verdichtung der Grabenverfüllungen

Für das BFI



Dipl.-Ing. (FH) K. Deis

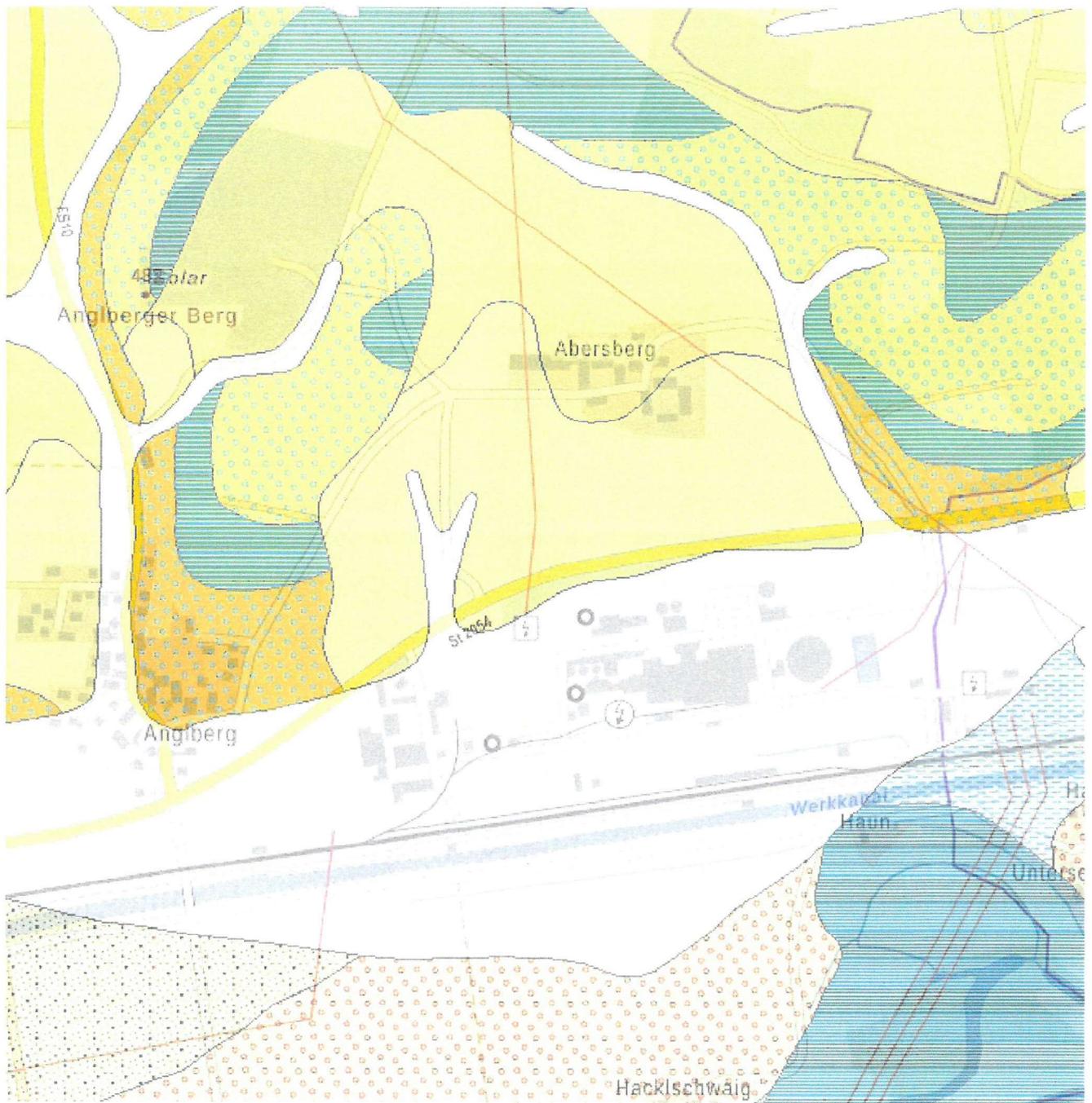
Sachbearbeiter:



B.Eng. S. Eiberger

gez. Lielauss

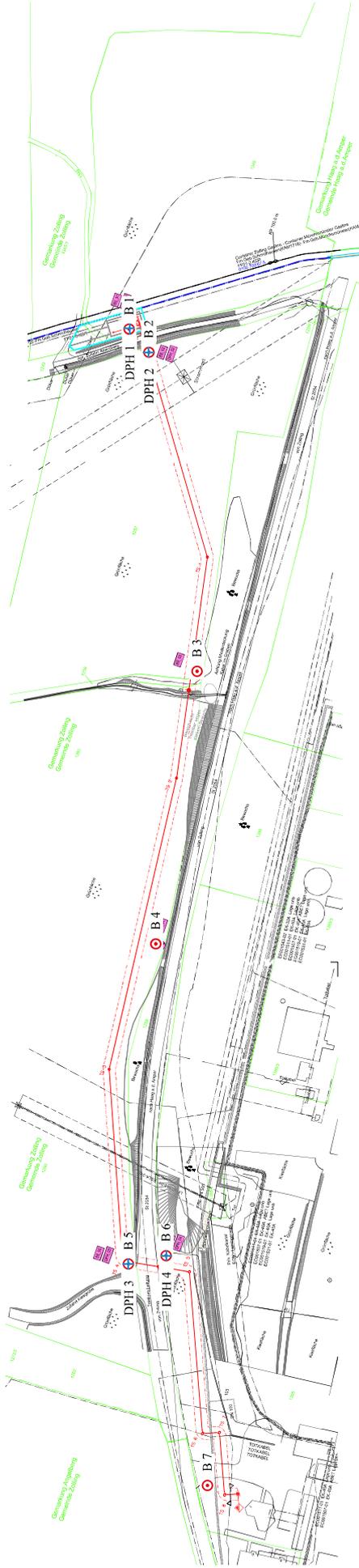
M. Sc. Geol. L. Lielauss



Geologische Haupteinheit

- Talfüllung, polygenetisch
- Abschwemmmasse
- Künstliche Ablagerung
- Anmoor
- Niedermoortorf
- Löß
- Lößlehm
- Sandlöß
- Schmelzwasserschotter, würmzeitlich (Nieder- oder Spätglazialterrasse)
- Feinsediment
- Schotter
- Sand
- Schotter
- Auenmergel
- Jüngste Auenablagerung, Kies (Jüngere Postglazialterrasse 3)
- Jüngste Auenablagerung, Lehm (Jüngere Postglazialterrasse 3)

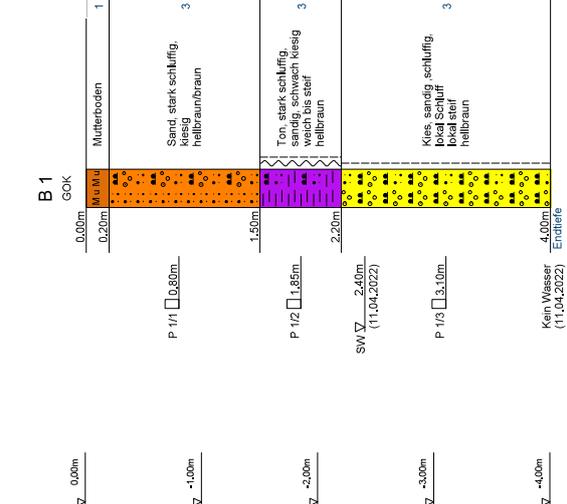
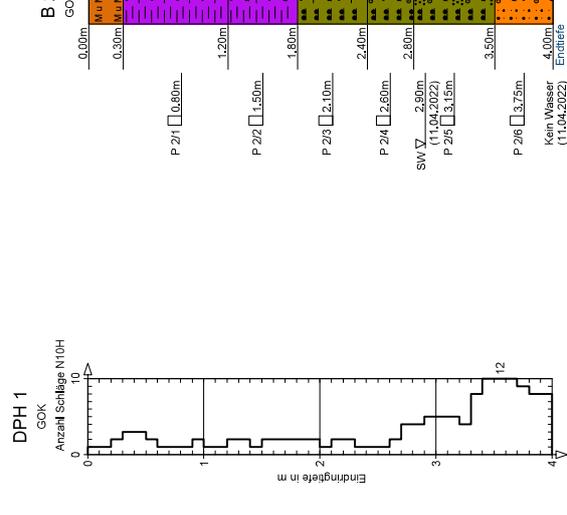
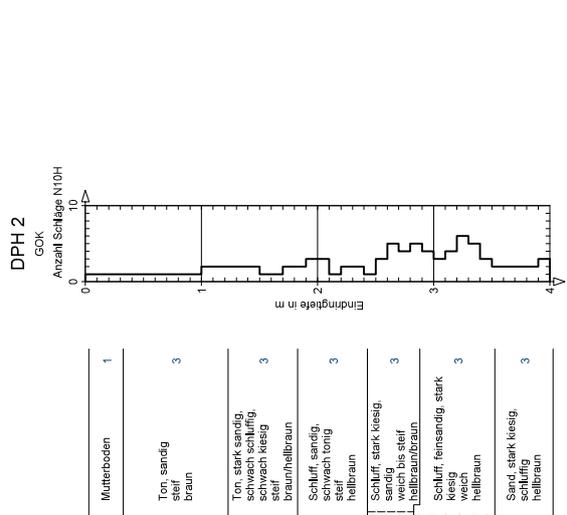
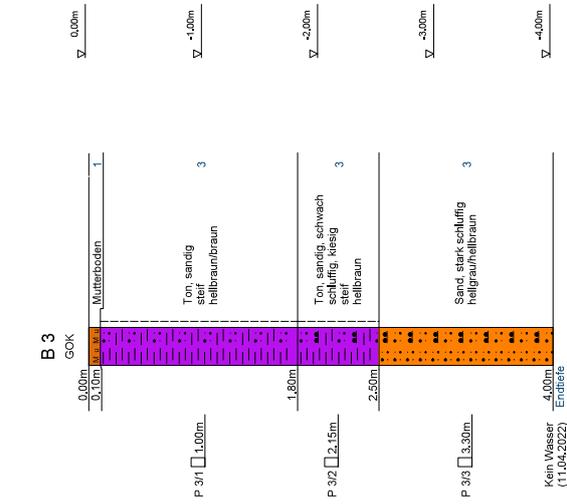
BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121955
	Anlage: 1..1	
Projekt: Zolling, Gasanschlussleitung		
Lageplan	Maßstab: 1 : 10.000	
Auftraggeber: Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA Leininger Straße 1, 85406 Zolling		
Datum: 02.05.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se



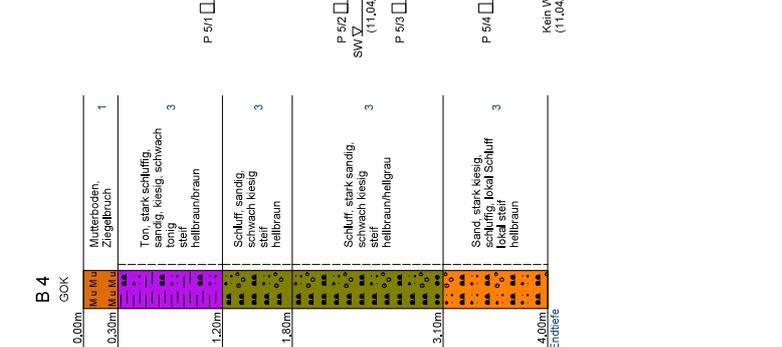
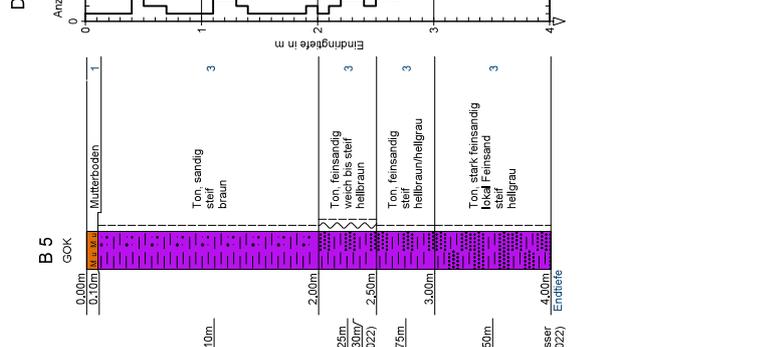
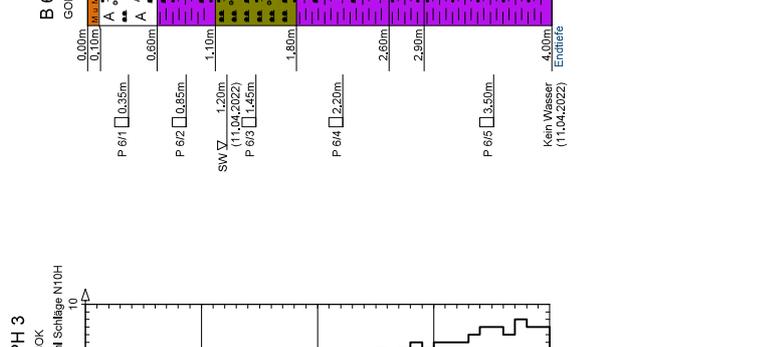
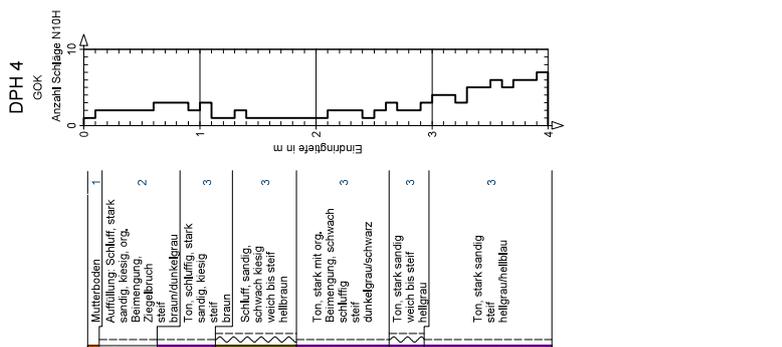
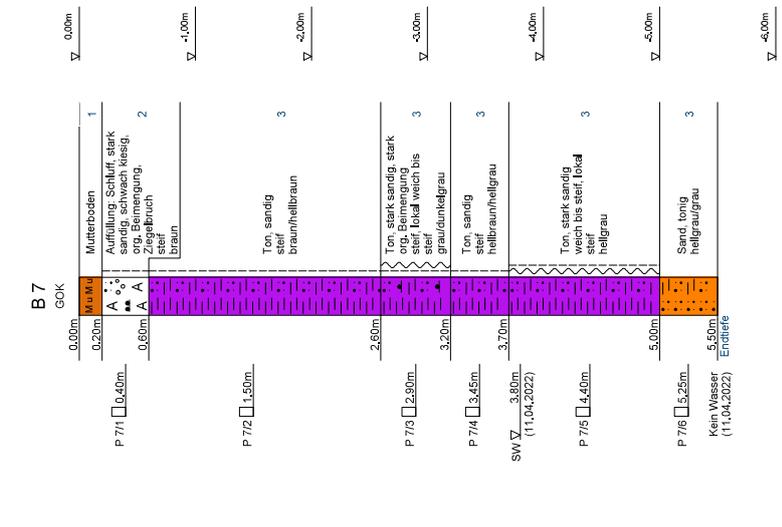
BFI BÜRO FÜR INGENIEURGEODÄSIE BFI Zaiser GmbH & Co. KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen TEL. 07961 933890 FAX 9338929	Az: 121955
	Anlage: 1.2
Projekt: Zölling, Gasanschlussleitung	
Lageplan mit Lage der Aufschlüsse	Maßstab: 1 : 2.000
Auftraggeber: Onyx Kraftwerk Zölling GmbH & Co. KGaA Löfflinger Straße 1, 83406 Zölling	
Datum: 02.05.2022	Bearbeiter: se Ausgeführt: se

Legende:

- Bohrung
- + Rammsondierung



BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE		Az:	121955
BFI Zeiser GmbH & Co. KG		Anlage:	2.1
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen		Schnitt:	
Tel. 0796193389-0 Fax 93389-29		Maßstab:	1:33
bfi@bfi-zeiser.de		Datum:	10.05.2022
Internet: www.bfi-zeiser.de		aufgenommen:	11.04.2022, llj/s
Projekt: Zolling, BV Weishaupt			



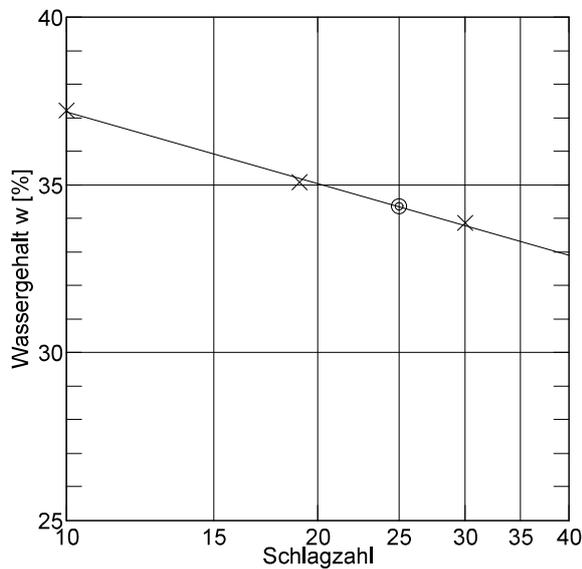
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
BFI Zeiser GmbH & Co. KG
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen
Tel. 0796193389-0 Fax 93389-29
bfi@bfi-zeiser.de
Internet: www.bfi-zeiser.de
aufgenommen: 11.04.2022, llj/s

Az: 121955
Anlage: 2.2
Schnitt:
Maststab: 1:33
Datum: 10.05.2022

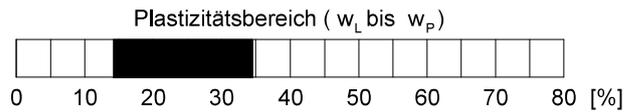
Projekt: Zolling, BV Weishaupt

BFI	Projekt : Zolling, Errichtung Gasmotorenkraftwerk, Gasanschl
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 121955
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.1
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 19.04.2022
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 1/2
	Entnahmestelle: B 1
	Entnahmetiefe: 1,5 m
Ausgef. durch : ll	Bodenart: T,u*,s,g'

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	A	D	G		47	46	,	
Zahl der Schläge	30	19	10					
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	147.00	149.10	152.60		110.00	110.10	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	140.60	142.40	144.60		108.60	108.80	
Behälter	m_B [g]	121.70	123.30	123.10		99.30	99.00	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	6.40	6.70	8.00		1.40	1.30	
Trockene Probe	m_t [g]	18.90	19.10	21.50		9.30	9.80	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	33.9	35.1	37.2		15.1	13.3	14.2



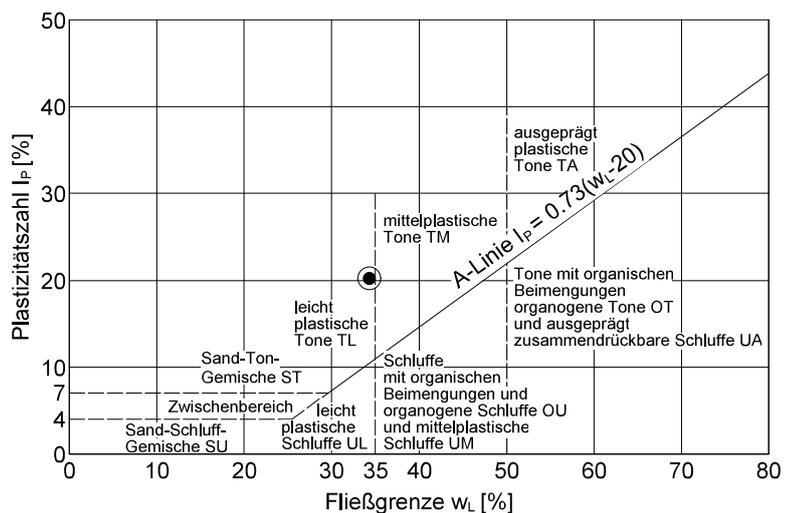
Wassergehalt $w_N = 19.5\%$
 Fließgrenze $w_L = 34.4\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 14.2\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 20.2\%$

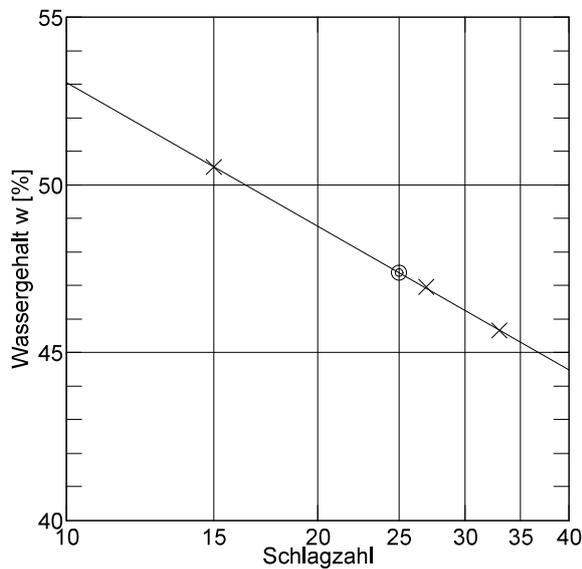
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.262$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 0.738$

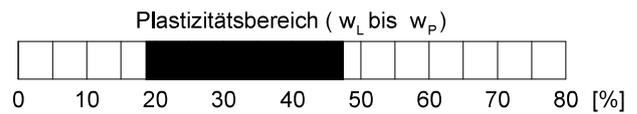


BFI	Projekt : Zolling, Errichtung Gasmotorenkraftwerk, Gasanschl
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 121955
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.2
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 19.04.2022
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 2/1
	Entnahmestelle: B 2
	Entnahmetiefe: 0,3 m
Ausgef. durch : II	Bodenart: T,u,s,q g'

Behälter-Nr.	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	F	H	C		Q	X		
Zahl der Schläge	33	27	15					
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	156.30	149.40	166.30		19.90	24.90	
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	145.80	140.90	152.00		18.10	23.30	
Behälter	m_B [g]	122.80	122.80	123.70		9.10	14.00	
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	10.50	8.50	14.30		1.80	1.60	
Trockene Probe	m_t [g]	23.00	18.10	28.30		9.00	9.30	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	45.7	47.0	50.5		20.0	17.2	18.6



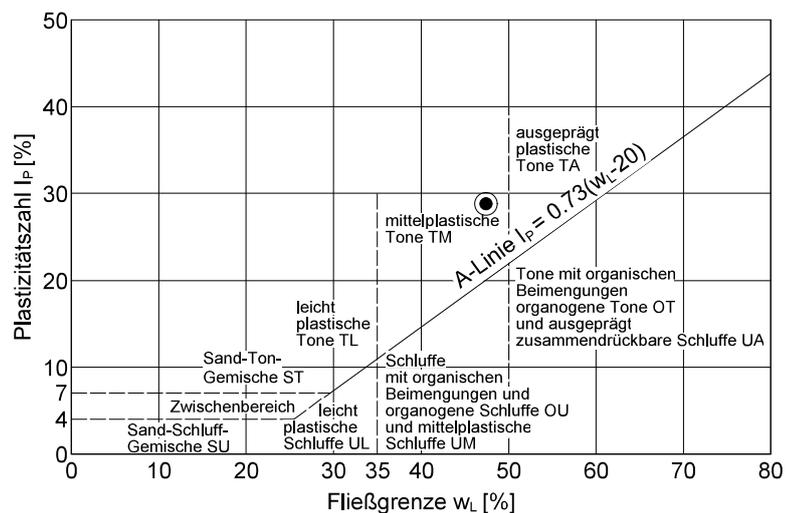
Wassergehalt $w_N = 24.4\%$
 Fließgrenze $w_L = 47.4\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.6\%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 28.8\%$

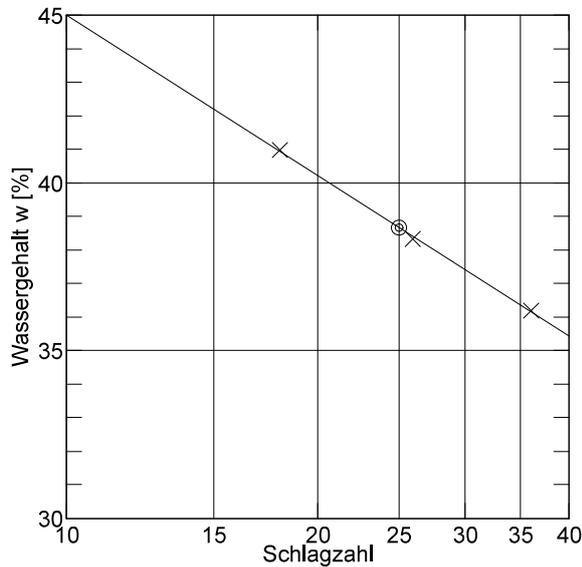
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.201$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.799$

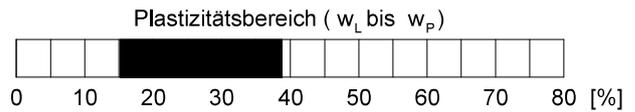


BFI	Projekt : Zolling, Errichtung Gasmotorenkraftwerk, Gasanschl
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 121955
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.3
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 19.04.2022
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 3/1
	Entnahmestelle: B 3
	Entnahmetiefe: 1,00 m
Ausgef. durch : II	Bodenart: T,u,s,g

	Fließgrenze				Ausrollgrenze			
	223	50	03		144	59		
Behälter-Nr.	223	50	03		144	59		
Zahl der Schläge	36	26	18					
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	139.00	142.70	142.30		107.10	105.00		
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	126.80	129.40	128.00		105.40	103.30		
Behälter m_B [g]	93.10	94.70	93.10		93.40	92.80		
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	12.20	13.30	14.30		1.70	1.70		
Trockene Probe m_t [g]	33.70	34.70	34.90		12.00	10.50	Mittel	
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	36.2	38.3	41.0		14.2	16.2	15.2	



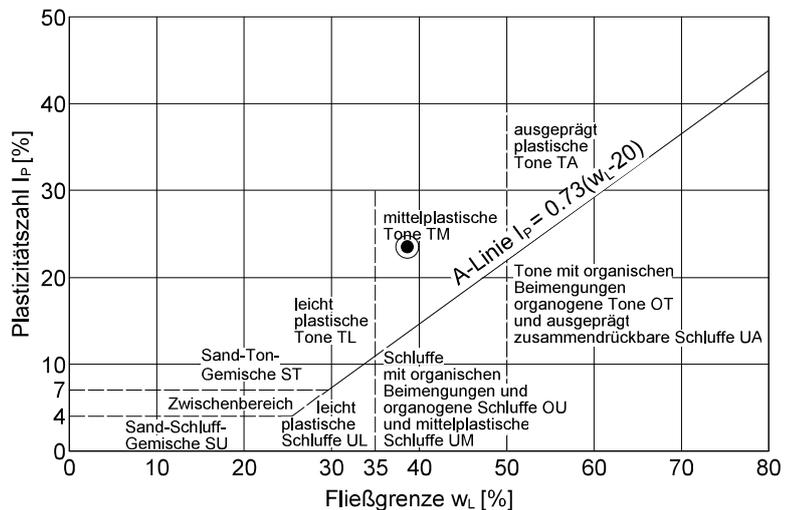
Wassergehalt $w_N = 16.7 \%$
 Fließgrenze $w_L = 38.7 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 15.2 \%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 23.5 \%$

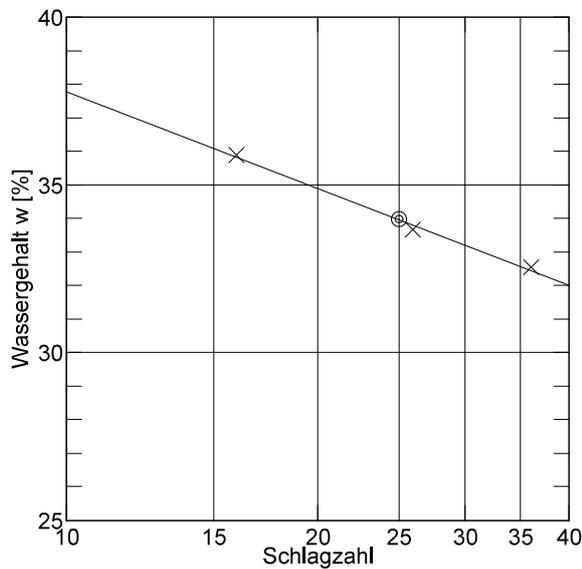
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.064$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.936$

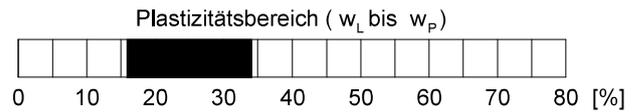


BFI	Projekt : Zolling, Errichtung Gasmotorenkraftwerk, Gasanschl
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 121955
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.4
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 19.04.2022
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 4/1
	Entnahmestelle: B 4
	Entnahmetiefe: 0,30 m
Ausgef. durch : II	Bodenart: T,u,s,g,t'

	Fließgrenze					Ausrollgrenze				
	229	50	3			144	59	,		
Behälter-Nr.	229	50	3			144	59	,		
Zahl der Schläge	36	26	16							
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	120.70	120.90	121.50			104.20	104.40			
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	113.90	114.30	114.00			102.70	102.80			
Behälter m_B [g]	93.00	94.70	93.10			93.30	92.70			
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	6.80	6.60	7.50			1.50	1.60			
Trockene Probe m_t [g]	20.90	19.60	20.90			9.40	10.10	Mittel		
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	32.5	33.7	35.9			16.0	15.8	15.9		



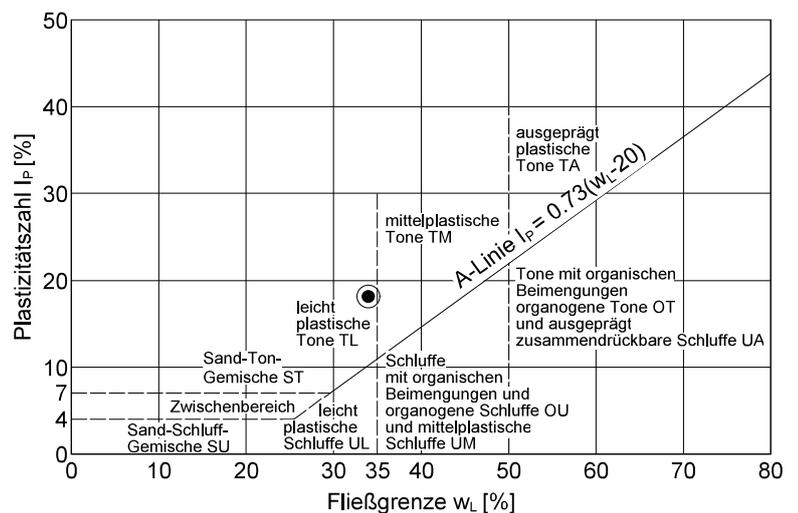
Wassergehalt $w_N = 18.8\%$
 Fließgrenze $w_L = 34.0\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 15.9\%$



Plastizitätszahl $I_P = w_L - w_P = 18.1\%$

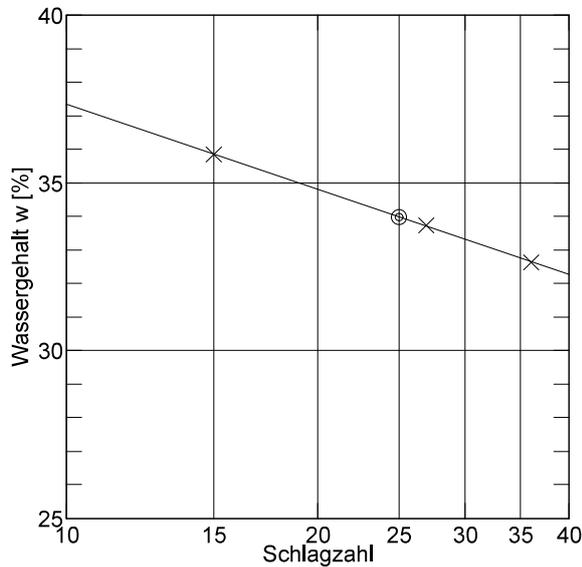
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_P} = 0.160$

Konsistenzzahl $I_C = \frac{w_L - w_N}{I_P} = 0.840$

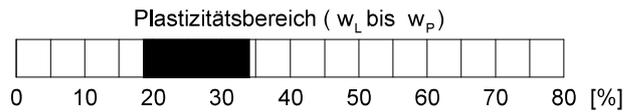


BFI	Projekt : Zolling, Errichtung Gasmotorenkraftwerk, Gasanschl
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 121955
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.5
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 19.04.2022
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 5/1
	Entnahmestelle: B 5
	Entnahmetiefe: 1,10 m
Ausgef. durch : II	Bodenart: T,u*,s,g'

	Fließgrenze						Ausrollgrenze				
	16	06	79				17	20			
Behälter-Nr.	16	06	79				17	20			
Zahl der Schläge	15	27	36								
Feuchte Probe + Behälter	$m_f + m_B$ [g]	141.60	136.50	137.10			141.20	107.00			
Trockene Probe + Behälter	$m_t + m_B$ [g]	128.80	125.50	126.20			133.90	105.40			
Behälter	m_B [g]	93.10	92.90	92.80			95.30	96.60			
Wasser	$m_f - m_t = m_w$ [g]	12.80	11.00	10.90			7.30	1.60			
Trockene Probe	m_t [g]	35.70	32.60	33.40			38.60	8.80	Mittel		
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$	[%]	35.9	33.7	32.6			18.9	18.2	18.5		



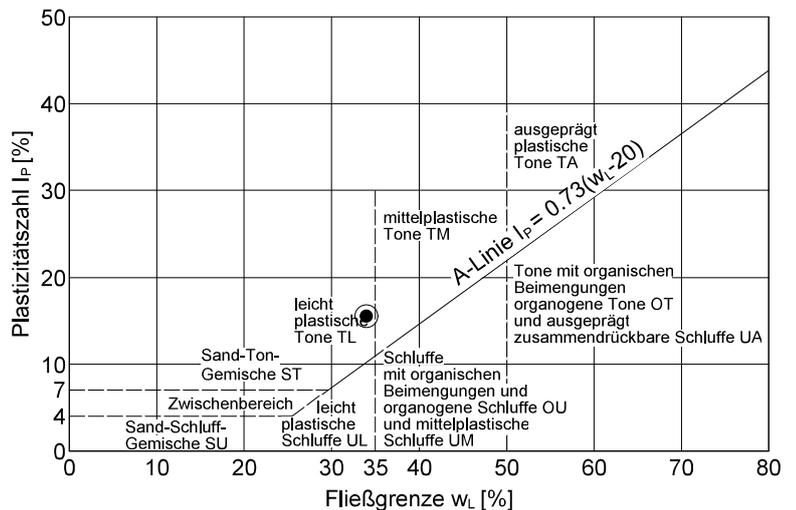
Wassergehalt $w_N = 20.6 \%$
 Fließgrenze $w_L = 34.0 \%$
 Ausrollgrenze $w_P = 18.5 \%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 15.5 \%$

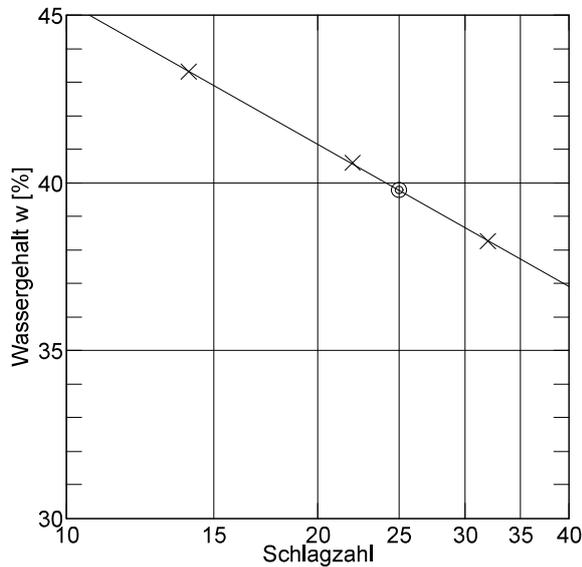
Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.135$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.865$

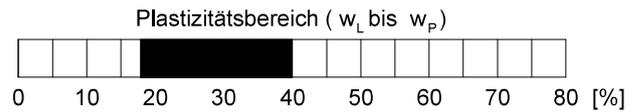


BFI	Projekt : Zolling, Errichtung Gasmotorenkraftwerk, Gasanschli
BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE	Projektnr.: 121955
Mühlgraben 34 - 73479 Ellwangen	Anlage : 3.7
Tel. 07961/565776-0 Fax 55603	Datum : 19.04.2022
Zustandsgrenzen DIN 18 122	Probe Nr.: P 7/2
	Entnahmestelle: B 7
	Entnahmetiefe: 0,60 m
Ausgef. durch : ll	Bodenart: T,u,s,g'

	Fließgrenze			Ausrollgrenze		
	10	92	7	8	53	
Behälter-Nr.	10	92	7	8	53	
Zahl der Schläge	32	22	14			
Feuchte Probe + Behälter $m_f + m_B$ [g]	122.70	124.00	123.30	103.70	105.10	
Trockene Probe + Behälter $m_t + m_B$ [g]	115.20	115.80	113.90	102.00	103.50	
Behälter m_B [g]	95.60	95.60	92.20	92.90	94.10	
Wasser $m_f - m_t = m_w$ [g]	7.50	8.20	9.40	1.70	1.60	
Trockene Probe m_t [g]	19.60	20.20	21.70	9.10	9.40	Mittel
Wassergehalt $\frac{m_w}{m_t} = w$ [%]	38.3	40.6	43.3	18.7	17.0	17.9



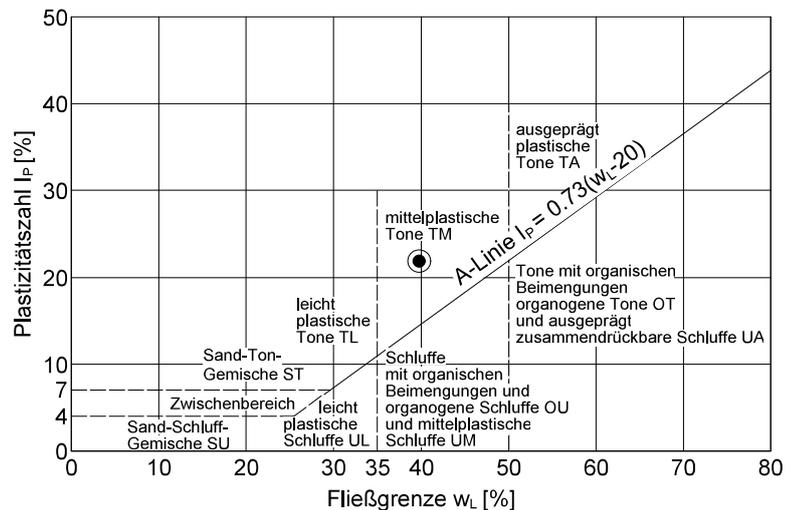
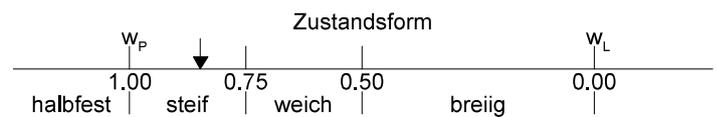
Wassergehalt $w_N = 21.2\%$
 Fließgrenze $w_L = 39.8\%$
 Ausrollgrenze $w_P = 17.9\%$



Plastizitätszahl $I_p = w_L - w_P = 21.9\%$

Liquiditätsindex $I_L = \frac{w_N - w_P}{I_p} = 0.151$

Konsistenzzahl $I_c = \frac{w_L - w_N}{I_p} = 0.849$

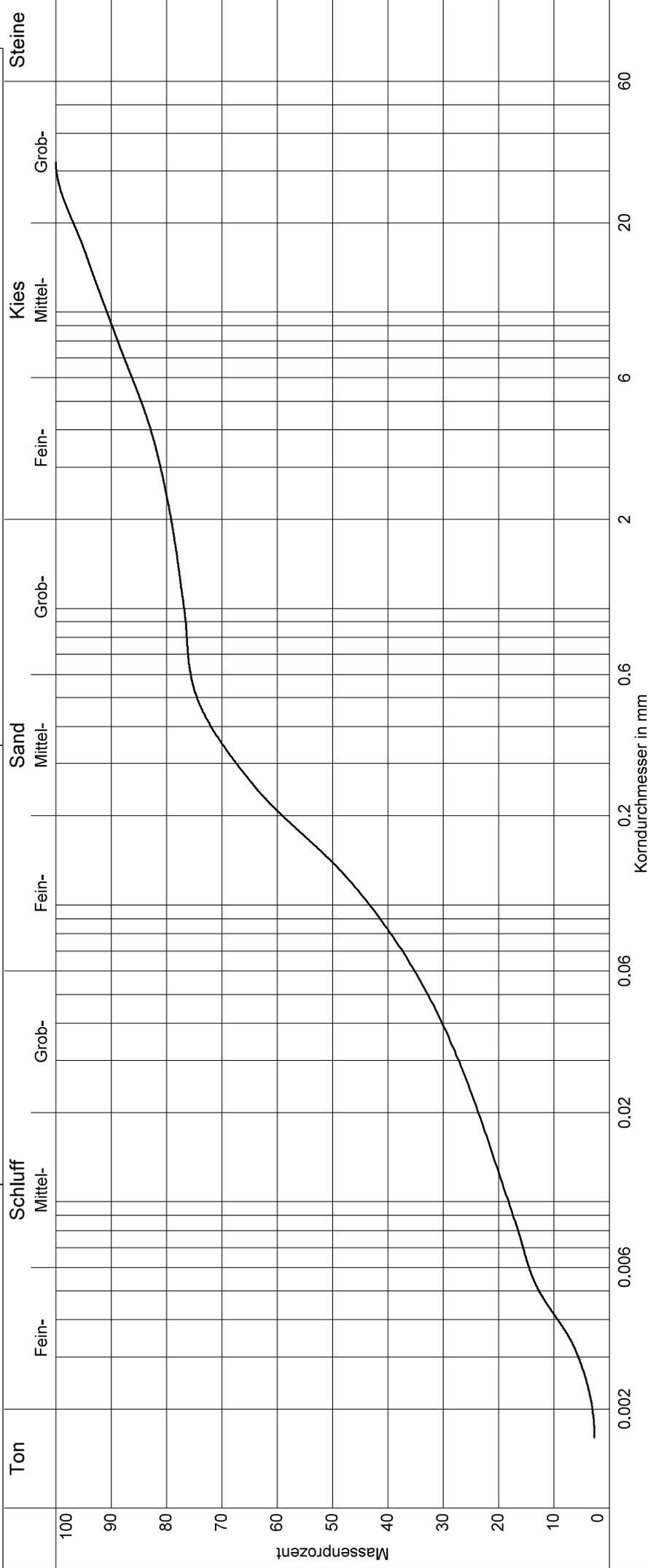


BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.1



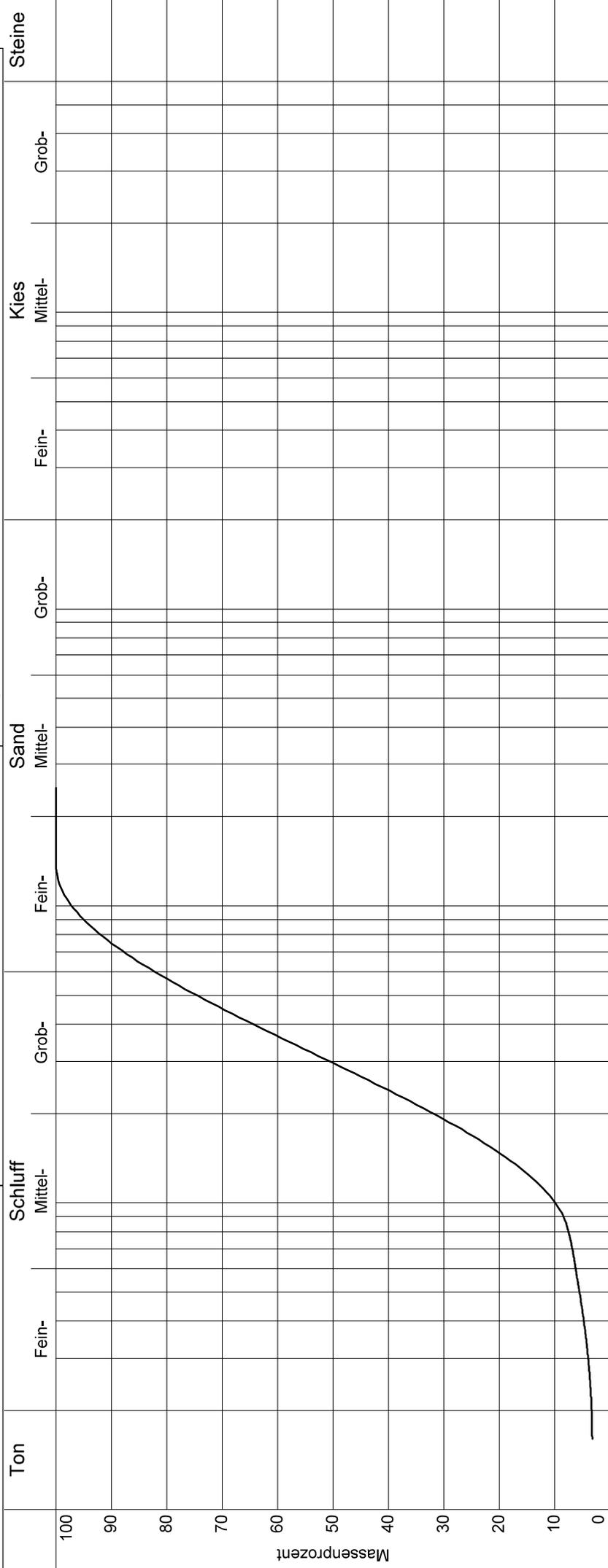
Anteil < 0.063 mm	35.9 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	3.1/32.8/43.3/20.8 %
Siebung	— P 1/1
Bodenart	S _u g
Bodengruppe	S _U
kf nach Kaubisch	5.6E-08 m/s

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.2



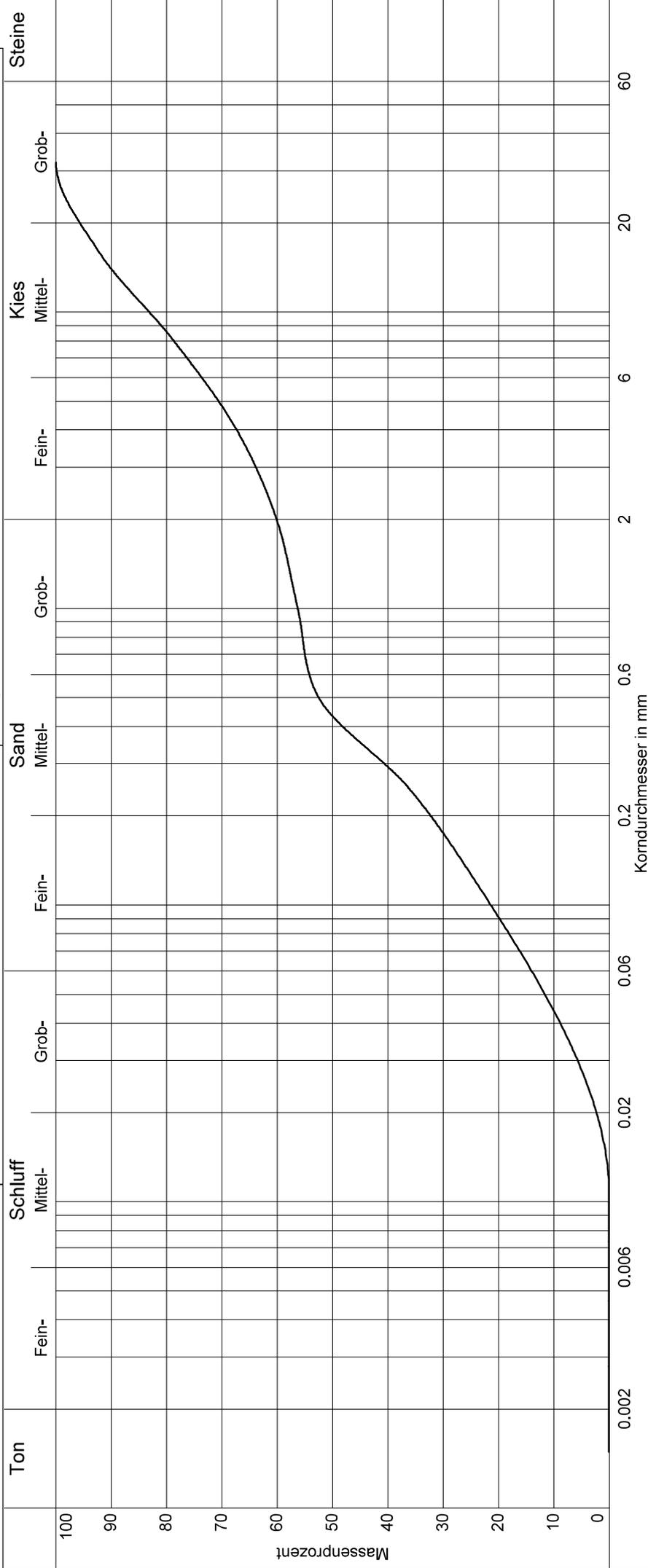
Anteil < 0.063 mm	84.0 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	3.3/80.7/16.0/0.0 %
Siebung	— P 2/1
Bodenart	T,s
Bodengruppe	TM
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.3



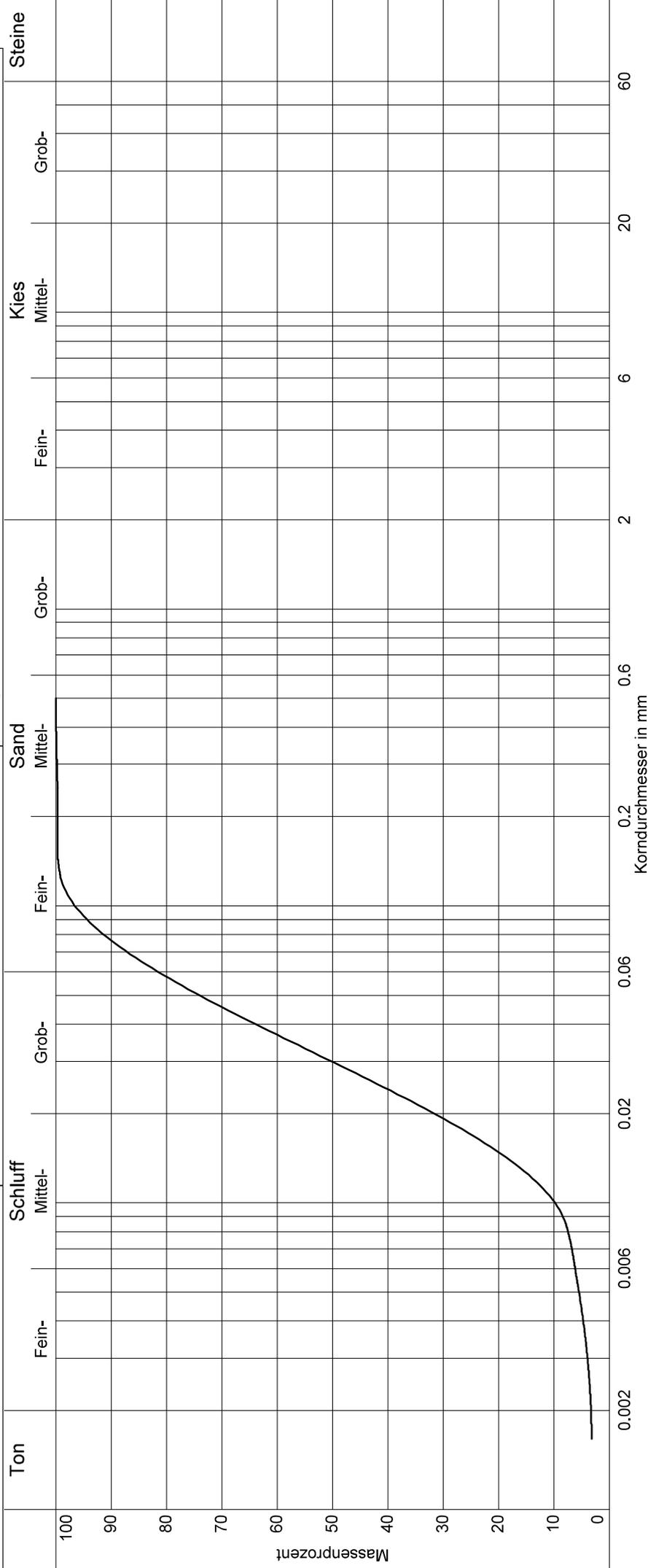
Anteil < 0.063 mm	14.7 %
Frostempfindl.klasse	F2
Kornfrakt. T/U/S/G/X	0.1/14.6/45.4/39.9 %
Siebung	— P 2/6
Bodenart	S _{g,u}
Bodengruppe	SU
kf nach Kaubisch	5.6E-06 m/s

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.4



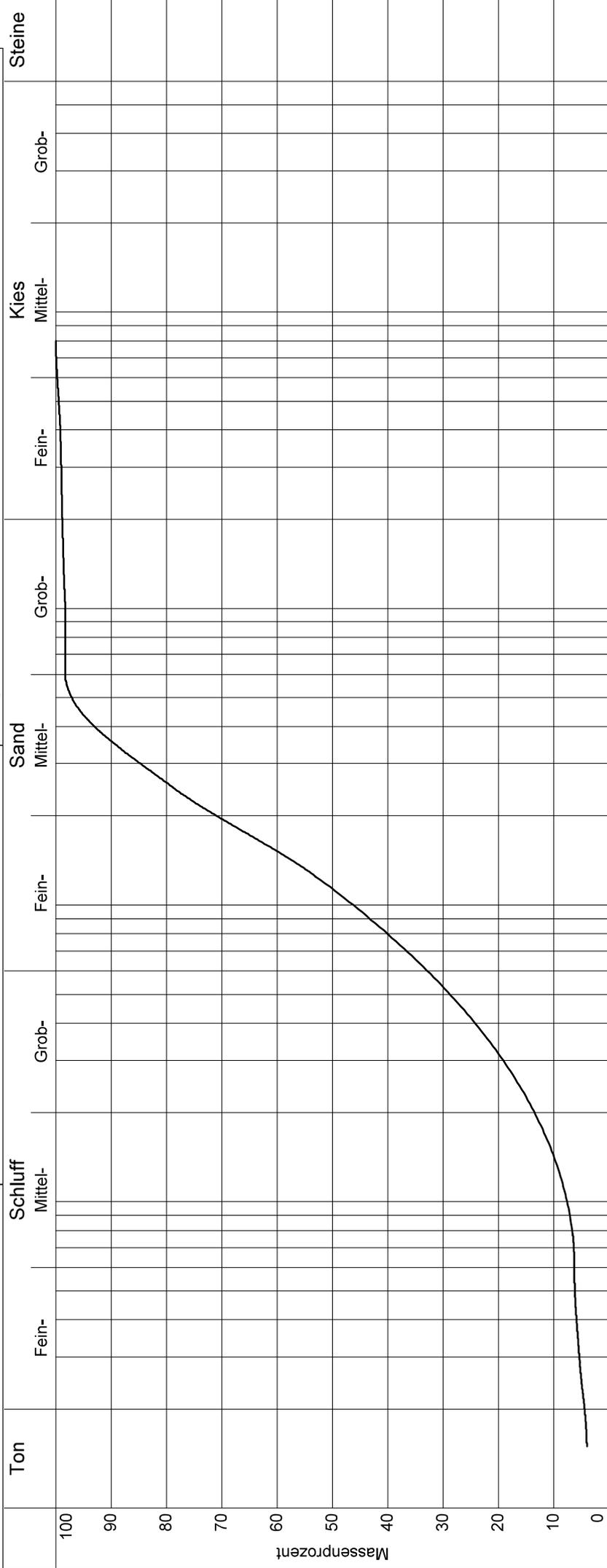
Anteil < 0.063 mm	83.4 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	3.3/80.1/16.6/0.0 %
Siebung	— P 3/1
Bodenart	T,s
Bodengruppe	TM
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.5



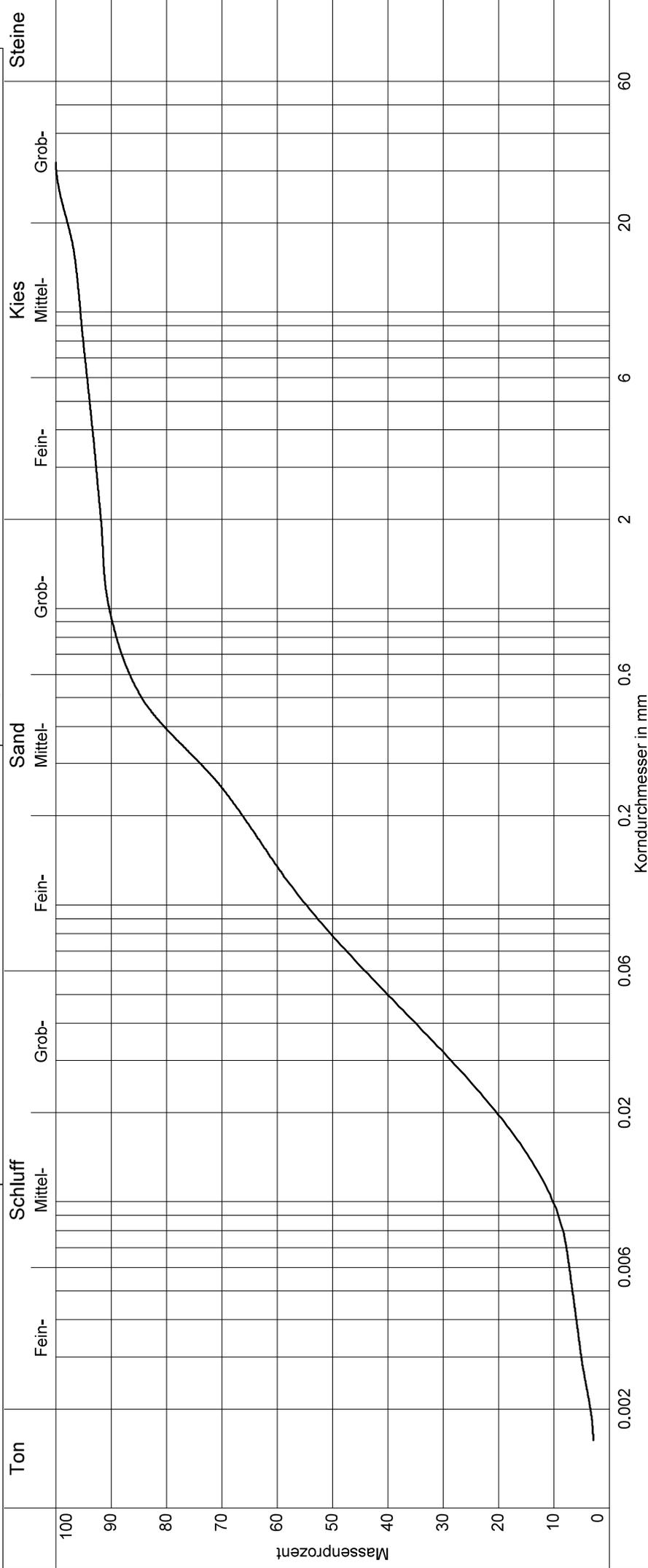
Anteil < 0.063 mm	34.0 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	4.5/29.6/64.8/1.2 %
Siebung	— P 3/3
Bodenart	S,ū
Bodengruppe	SŪ
kf nach Kaubisch	8.1E-08 m/s

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.6



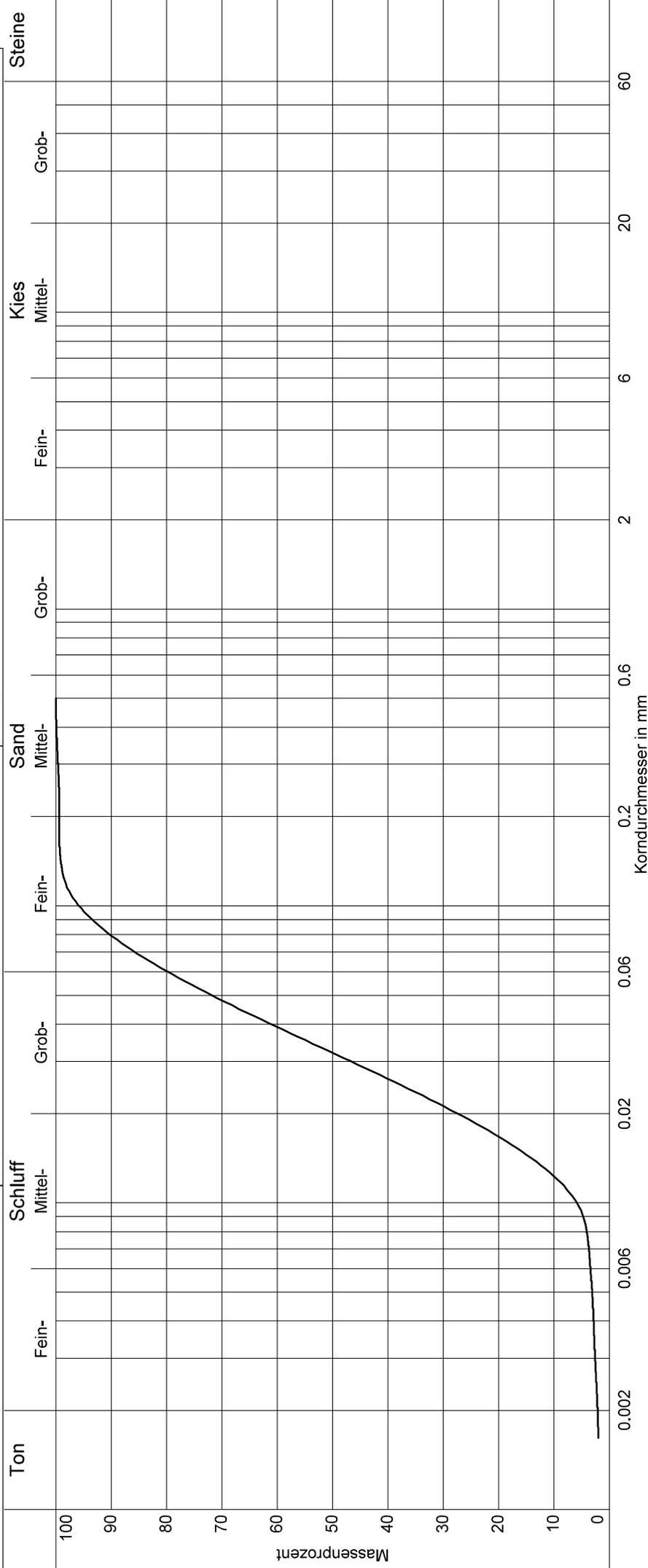
Anteil < 0.063 mm	45.2 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	3.4/41.8/46.7/8.1 %
Siebung	— P 4/2
Bodenart	U, s, g'
Bodengruppe	U
kf nach Kaubisch	1.0E-08 m/s

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.6



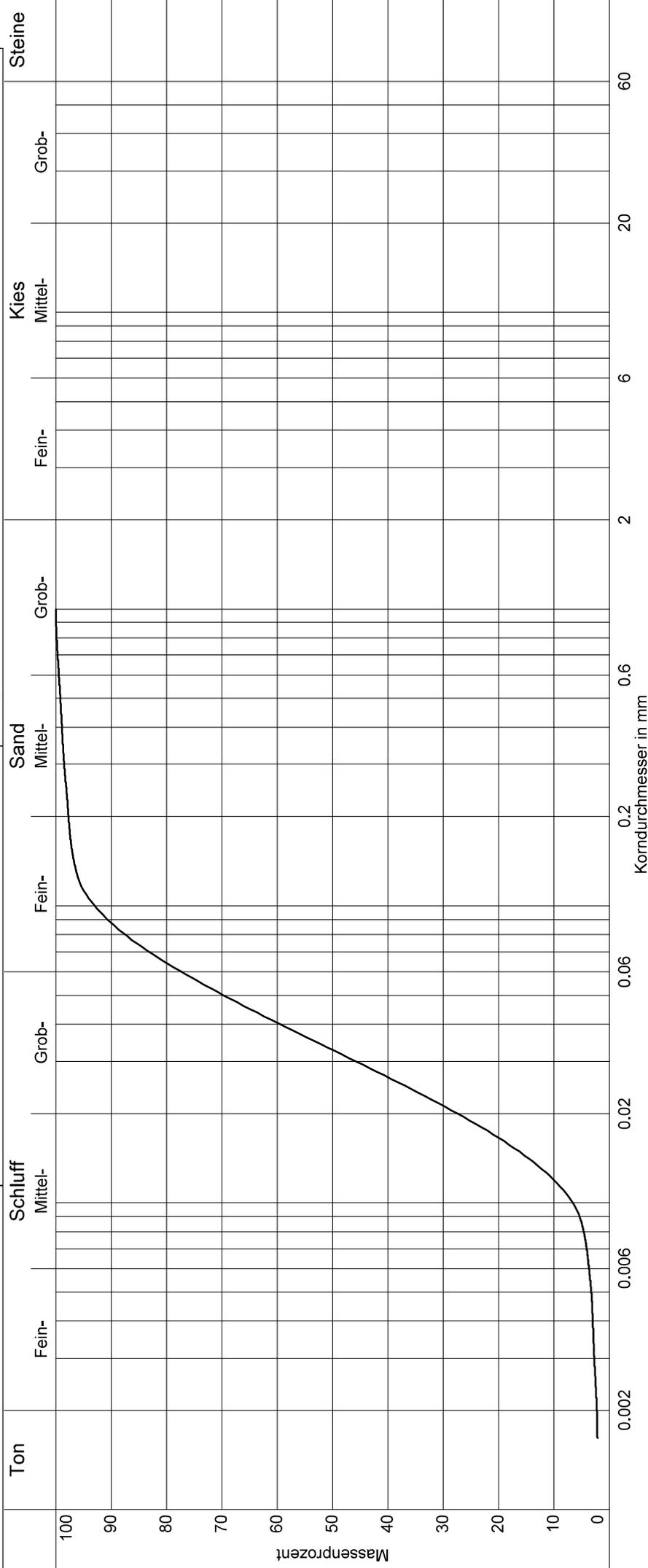
Anteil < 0.063 mm	81.8 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	2.1/79.6/18.2/0.0 %
Siebung	— P 5/1
Bodenart	T,s
Bodengruppe	TL
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)

BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE
 Mühlggraben 34
 73479 Eilwangen
 Tel. 07961/93389-0 Fax 93389-29

Kornverteilung

DIN 18 123-7

Projekt : Zolling, BV Weishaupt Gasanschlussleitung
 Projektnr.: 121955
 Datum : 27.04.2022
 Anlage : 4.7



Anteil < 0.063 mm	79.3 %
Frostempfindl.klasse	F3
Kornfrakt. T/U/S/G/X	2.3/77.0/20.7/0.0 %
Siebung	— P 7/2
Bodenart	T,s
Bodengruppe	TM
kf nach Kaubisch	- (0.063 >= 60%)

Bezeichnung	Einheit	P 6/3	nicht angreifend	schwach angreifend	mäßig angreifend	stark angreifend
Expositionsklasse				XA 1	XA 2	XA 3
Anzuwendende Klasse(n):		nicht angreifend				
Probenvorbereitung Feststoffe						
Fraktion < 2 mm	%	83,6				
Fraktion > 2 mm	%	16,4				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz						
Trockenmass	Ma-%	82,9				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz (Fraktion < 2 mm)						
Säuregrad nach Baumann Gully	ml/kg TS	22,0	< 200	> 200		
Anionen aus der Originalsubstanz						
Sulfid	mg/kg TS	< 5				
Anionen aus dem Salzsäureauszug nach DIN 4030-2						
Sulfat (SO4)	mg/kg TS	370,0	< 2000	3000	12000	> 12000 und < 24000
Anionen aus dem Heißwasser-Auszug						
Chlorid (Cl)	mg/kg TS	< 25				

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121955
		Anlage: 5.1
Projekt: Zolling, Gasanschlussleitung		
Analysenergebnisse nach DIN 4030		
Auftraggeber: Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA Leininger Straße 1, 85406 Zolling		
Datum: 09.05.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

Boden

Nr.	Merkmal	Einheit	P 6/3	
			Ergebnis	Bewertungs-ziffer
Z 1	Bodenart	-	> 50 % < 0,06 mm	-2
Z 2	Spezifischer Bodenwiderstand	Ohm cm	20.000-50.000	2
Z 3	Wassergehalt	Masse-%	< 20 %	0
Z 4	pH-Wert	-	8	0
Z 5	Säurekapazität	mmol/kg	< 200	0
Z 6	Sufid	mgkg	< 5,0	0
Z 7	Neutralsalze	mmol/kg	< 3,0	0
Z 8	Sulfat	mmol/kg	< 2,0	0
Z 9	Lage zum Grundwasser	-	nicht vorhanden	0
Z 10	Bodenhomogenität horizontal	-		
Z 11	Bodenhomogenität vertikal	-		0
$B_0 = Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5 + Z_6 + Z_7 + Z_8 + Z_9$				0
Bodenkorrosion aufgrund B_0				praktisch nicht aggressiv

	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121955
		Anlage: 5.2
Projekt: Zolling, Gasanschlussleitung		
Analyseergebnisse auf Stahlkorrosion nach DIN 50929 Teil 3		
Auftraggeber: Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA Leininger Straße 1, 85406 Zolling		
Datum: 09.05.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se

angewendete Vergleichstabelle: BFI:LAGA'97

Bezeichnung	Einheit	MP 1	MP 2	Z0	Z1.1	Z1.2	Z2
Probennummer		122051142	122051143				
Anzuwendende Klasse(n):		Z0	Z0				
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus der Originalsubstanz							
Trockenmasse	Ma.-%	82,7	80,6				
pH in CaCl2		6,9	7,1	5,5 - 8	5,5 - 8	5 - 9	
Organische Summenparameter aus der Originalsubstanz							
EOX	mg/kg TS	< 1,0	< 1,0	1	3	10	15
Kohlenwasserstoffe C10-C22	mg/kg TS	< 40	< 40				
Kohlenwasserstoffe C10-C40	mg/kg TS	< 40	< 40	100	300	500	1000
BTEX aus der Originalsubstanz							
Summe BTEX	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	< 1	1	3	5
LHKW aus der Originalsubstanz							
Summe LHKW (10 Parameter)	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	< 1	1	3	5
PAK aus der Originalsubstanz							
Benzo[a]pyren	mg/kg TS	< 0,05	< 0,05		< 0,5	< 1	
Summe 16 EPA-PAK exkl.BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	1	5	15	20
PCB aus der Originalsubstanz							
Summe 6 DIN-PCB exkl. BG	mg/kg TS	(n. b.)	(n. b.)	0,02	0,1	0,5	1
Elemente aus dem Königswasseraufschluss nach DIN EN 1							
Arsen (As)	mg/kg TS	12,6	8,9	20	30	50	150
Blei (Pb)	mg/kg TS	14	16	100	200	300	1000
Cadmium (Cd)	mg/kg TS	< 0,2	0,3	0,6	1	3	10
Chrom (Cr)	mg/kg TS	34	45	50	100	200	600
Kupfer (Cu)	mg/kg TS	16	23	40	100	200	600
Nickel (Ni)	mg/kg TS	28	33	40	100	200	600
Quecksilber (Hg)	mg/kg TS	< 0,07	< 0,07	0,3	1	3	10
Thallium (Tl)	mg/kg TS	0,2	0,2	0,5	1	3	10
Zink (Zn)	mg/kg TS	66	65	120	300	500	1500
Anionen aus der Originalsubstanz							
Cyanide, gesamt	mg/kg TS	< 0,5	< 0,5	1	10	30	100
Physikalisch-chemische Kenngrößen aus dem 10:1-Schüttel							
pH-Wert		7,0	8,5	6,5 - 9	6,5 - 9	6 - 12	5,5 - 12
Leitfähigkeit bei 25°C	µS/cm	24	104	500	500	1000	1500
Anionen aus dem 10:1-Schüttelulaut nach DIN EN 12457-4							
Chlorid (Cl)	mg/l	< 1,0	< 1,0	10	10	20	30
Sulfat (SO4)	mg/l	< 1,0	1,5	50	50	100	150
Cyanide, gesamt	µg/l	< 5	< 5	< 10	10	50	100
Organische Summenparameter aus dem 10:1-Schüttelulaut							
Phenolindex, wasserdampfflüchtig	µg/l	< 10	< 10	< 10	10	50	100
Elemente aus dem 10:1-Schüttelulaut nach DIN EN 12457-4							
Arsen (As)	µg/l	< 1	< 1	10	10	40	60
Blei (Pb)	µg/l	< 1	< 1	20	40	100	200
Cadmium (Cd)	µg/l	< 0,3	< 0,3	2	2	5	10
Chrom (Cr)	µg/l	1	< 1	15	30	75	150
Kupfer (Cu)	µg/l	< 5	< 5	50	50	150	300
Nickel (Ni)	µg/l	< 1	< 1	40	50	150	200
Quecksilber (Hg)	µg/l	< 0,2	< 0,2	0,2	0,2	1	2
Thallium (Tl)	µg/l	< 0,2	< 0,2	< 1	1	3	5
Zink (Zn)	µg/l	< 10	< 10	100	100	300	600

- niedrigere pH-Werte stellen kein Ausschlusskriterium dar. Bei Überschreitung ist die Ursache zu prüfen.
- n.b.: nicht berechenbar (Messwerte der Einzelsubstanzen sind < Bestimmungsgrenze).
- Detaillierte Informationen zu den Zuordnungswerten sind dem Original-Regelwerk zu entnehmen

Zusammensetzung der Mischproben:

Mischprobe	Bohrung	Probe
MP 1	B 1	P 1/1
		P 1/2
	B 2	P 2/1
		P 2/2
	B 5	P 5/1
		P 5/2
	B 6	P 6/1
		P 6/2
		P 6/3

BFI	BÜRO FÜR INGENIEURGEOLOGIE BFI Zeiser GmbH & Co.KG Mühlgraben 34 73479 Ellwangen Tel.: 07961/933890 Fax: 9338929	Az: 121955 Anlage: 5.3
	Projekt: Zolling, Gasanschlussleitung	
Analyseergebnisse nach LAGA M20 (1997)		
Auftraggeber: Onyx Kraftwerk Zolling GmbH & Co. KGaA Leininger Straße 1, 85406 Zolling		
Datum: 09.05.2022	Bearbeiter: se	Ausgeführt: se